

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 5 月 2 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 4 3 5 2 7
Application Number:

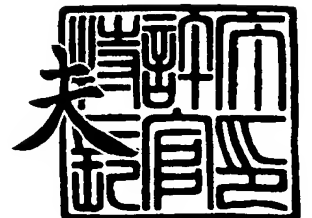
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 4 3 5 2 7]

出 願 人 株式会社荏原製作所
Applicant(s): 株式会社島津製作所

2 0 0 3 年 7 月 2 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 9 8 6 8

【書類名】 特許願

【整理番号】 EB3113P

【提出日】 平成15年 5月21日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B24B 37/04

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
 内

 【氏名】 廣川 一人

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
 内

 【氏名】 小林 洋一

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
 内

 【氏名】 中井 俊輔

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
 内

 【氏名】 大田 真朗

【発明者】

 【住所又は居所】 京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地 株式会社島津
 製作所内

 【氏名】 佃 康郎

【特許出願人】

 【識別番号】 000000239

 【氏名又は名称】 株式会社 荏原製作所

 【代表者】 依田 正稔

【特許出願人】

【識別番号】 000001993

【氏名又は名称】 株式会社島津製作所

【代理人】

【識別番号】 100091498

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 勇

【選任した代理人】

【識別番号】 100092406

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀田 信太郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100093942

【弁理士】

【氏名又は名称】 小杉 良二

【選任した代理人】

【識別番号】 100109896

【弁理士】

【氏名又は名称】 森 友宏

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 026996

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9112447

【包括委任状番号】 0018636

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 基板研磨装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基板を研磨するための研磨面を有する研磨テーブルと

前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記研磨面に設けられた開口を通じて前記半導体基板に投光する投光用光ファイバと、

前記半導体基板によって反射された前記測定光を受光する受光用光ファイバと

を備え、

前記投光用光ファイバの出射端と前記受光用光ファイバの入射端とが互いに隣接して配置され、かつ、前記投光用光ファイバおよび前記受光用光ファイバから前記半導体基板までの距離が、前記投光用光ファイバの拡がり角および前記受光用光ファイバの拡がり角に基づいて定められていることを特徴とする基板研磨装置。

【請求項 2】 前記投光用光ファイバおよび前記受光用光ファイバから前記半導体基板までの距離が、前記投光用光ファイバおよび前記受光用光ファイバの NA 値を N 、コア径を C 、クラッドの厚さを T として、

$$L = (1 - N^2)^{1/2} \times (2T + C) / 2N$$

により求められる値 L に基づいて設定されることを特徴とする請求項 1 に記載の基板研磨装置。

【請求項 3】 前記投光用光ファイバの出射端および前記受光用光ファイバの入射端にまたがって設けられ、前記投光用光ファイバが投光する測定光を前記半導体基板に集光すると共に、前記半導体基板で反射した測定光を前記受光用光ファイバに集光する投受光用集光手段を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の基板研磨装置。

【請求項 4】 前記投光用光ファイバと前記受光用光ファイバのいずれか一方を他方が取り囲んでいることを特徴とする請求項 1 に記載の基板研磨装置。

【請求項 5】 半導体基板を研磨するための研磨面を有する研磨テーブルと

前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記研磨面に設けられた開口を通じて前記半導体基板に投光する投光用光ファイバと、

前記半導体基板によって反射された前記測定光を受光する受光用光ファイバと

を備え、

前記投光用光ファイバの光軸と前記受光用光ファイバの光軸とが互いに傾いていることを特徴とする基板研磨装置。

【請求項 6】 前記投光用光ファイバの光軸と前記受光用光ファイバの光軸とが前記半導体基板の法線に関して対称であることを特徴とする請求項 5 に記載の基板研磨装置。

【請求項 7】 半導体基板を研磨するための研磨面を有する研磨テーブルと、

前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記研磨面に設けられた開口を通じて前記半導体基板に投光し、前記半導体基板によって反射された前記測定光を受光する光ファイバ体と、

を備え、

前記光ファイバ体は、少なくとも 1 本の投光用光ファイバと、少なくとも 1 本の受光用光ファイバとを含み、前記少なくとも 1 本の投光用光ファイバと前記少なくとも 1 本の受光用光ファイバの一方を他方が取り囲んでいることを特徴とする基板研磨装置。

【請求項 8】 前記少なくとも 1 本の投光用光ファイバと前記少なくとも 1 本の受光用光ファイバの一方を他方が被覆していることを特徴とする請求項 7 に記載の基板研磨装置。

【請求項 9】 半導体基板を研磨するための研磨面を有する研磨テーブルと、

前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記研磨面に設けられた開口を通じて前記半導体基板に投光し、前記半導体基板によって反射された前記測定光を受光する光ファイバ体と、

を備え、

前記光ファイバ体は、複数本の投光用光ファイバと複数本の受光用光ファイバを含み、前記投光用光ファイバと前記受光用光ファイバとが束ねられていることを特徴とする基板研磨装置。

【請求項 10】 半導体基板を研磨するための研磨面を有する研磨テーブルと、

前記半導体基板の膜を測定するための測定光を前記研磨面に設けられた開口を通じて前記半導体基板に投光し、前記半導体基板によって反射された前記測定光を受光する光ファイバ体と、

を備え、

前記光ファイバ体は、投光用光ファイバの領域と受光用光ファイバの領域に分割された断面形状を有する複合型の光ファイバであることを特徴とする基板研磨装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体基板を研磨する基板研磨装置に関し、特に、基板研磨装置に備えられた基板測定装置の測定精度の向上に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体製造プロセスにおいては、基板表面を平坦かつ鏡面にするために基板研磨装置が用いられている。基板研磨装置は研磨テーブルを有し、研磨テーブルの研磨面に基板が押し付けられる。そして、研磨面に研磨剤を供給しつつ研磨テーブルを回転させて基板の研磨を行う。基板の研磨中に基板上の膜の測定を行う装置として、光を利用する基板測定装置が提案されている。例えば、膜厚を測定し、膜厚に基づいて研磨の終了時点を判定することができる。

【0003】

この種の基板測定装置の一つとして、水流タイプの装置が提案されている。例えば、特開 2001-235311 号公報（特許文献 1）は、回転テーブル内に

水供給路を有する基板測定装置を開示している。水供給路の出口が研磨面に設けられており、水供給路を通じて純水が基板に噴射される。水流内には、2本の光ファイバが配置されている。一方の光ファイバを介して測定光が基板に投光され、他方の光ファイバに基板からの反射光が受光される。そして、反射光に基づいて膜厚が計算される。

【0004】

【特許文献1】

特開 2001-235311号公報（第3、4頁、図1）

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上記した基板研磨装置では、測定光を基板に照射するために研磨面に開口が設けられている。研磨面に設けられた開口は、研磨への影響がないようになるべく小さい方がよい。開口を小さくするためには、光ファイバの収容スペースを小さくする必要があった。以上のような事情により、基板研磨装置の膜厚測定には細径の光ファイバが使用されていた。

【0006】

しかし、細径の光ファイバは、投受光可能な光量が小さい。このため、測定光の投光量に対する受光量の比率（受光効率）を高めた基板研磨装置が望まれている。

【0007】

本発明は上記課題に鑑み、測定光の受光効率を高めた基板研磨装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る基板研磨装置は、半導体基板を研磨するための研磨面を有する研磨テーブルと、半導体基板の膜を測定するための測定光を研磨面に設けられた開口を通じて半導体基板に投光する投光用光ファイバと、半導体基板によって反射された測定光を受光する受光用光ファイバと、を備え、投光用光ファイバの出射端と受光用光ファイバの入射端とが互いに隣接して配置され、かつ、投光用光フ

ファイバおよび受光用光ファイバから半導体基板までの距離が、投光用光ファイバの拡がり角および受光用光ファイバの拡がり角に基づいて定められている。

【0009】

本発明によれば、投光用光ファイバの出射端と受光用光ファイバの入射端とが互いに隣接した構成により、投光用光ファイバから出射して受光用光ファイバに入射する測定光の経路が基板に対して垂直に近くなる。これにより、受光用光ファイバによる受光量を増大させることができる。

【0010】

また、一般的に、基板からの反射光の受光効率を高めるためには、投光用光ファイバの出射端および受光用光ファイバの入射端から基板までの距離が短い方が良く考えられる。しかし、投光用光ファイバの出射端および受光用光ファイバの入射端を基板に近づけていくと、基板上の有効照射範囲が減少してしまう。「有効照射範囲」とは、基板上に照射された測定光のうちで、反射により受光用光ファイバへと到達できる測定光が照射する範囲である。本発明は、有効照射範囲が光ファイバの特性である拡がり角に影響されることに着目し、拡がり角に基づいて投光用光ファイバおよび受光用光ファイバから基板までの距離を定めることにより、測定光の受光効率を向上可能とした。なお、「拡がり角」とは、光ファイバの最大の受光角であり、光ファイバの特性を表すパラメータであるNA値によって規定される。

【0011】

好ましくは、投光用光ファイバおよび受光用光ファイバから半導体基板までの距離が、投光用光ファイバおよび受光用光ファイバのNA値をN、コア径をC、クラッドの厚さをTとして、

$$L = (1 - N^2)^{1/2} \times (2T + C) / 2N$$

により求められる値Lに基づいて設定される。

【0012】

この式により求められる値Lは、有効照射範囲を減少させないで投光用光ファイバおよび受光用光ファイバを基板に近づけることができる距離である。従って、求められた値Lに基づいて距離を設定することにより、受光効率を向上できる

。

【0013】

本発明の別の態様に係る基板研磨装置は、半導体基板を研磨するための研磨面を有する研磨テーブルと、半導体基板の膜を測定するための測定光を研磨面に設けられた開口を通じて半導体基板に投光する投光用光ファイバと、半導体基板によって反射された測定光を受光する受光用光ファイバとを備え、投光用光ファイバの光軸と受光用光ファイバの光軸とが互いに傾いている。

【0014】

光ファイバからは光軸に沿った方向に強い光が出射され、光軸から離れるに従い出射された光の強度は弱くなる。光ファイバの受光感度についても、光軸に沿った方向から入射する光の方が、光軸から離れた周辺部から入射する光より感度良く受光可能である。本発明によれば、投光用光ファイバの光軸と受光用光ファイバの光軸とを互いに傾けることにより、受光用光ファイバによる反射光の受光効率を向上可能である。

【0015】

好ましくは、投光用光ファイバの光軸と受光用光ファイバの光軸とが半導体基板の法線に関して対称となるように、投光用光ファイバおよび受光用光ファイバが配置されている。

【0016】

投光用光ファイバの光軸と受光用光ファイバの光軸とを半導体基板の法線に関して対称とした構成により、基板で反射した光の進行方向と受光用光ファイバの光軸がほぼ一致する。これにより、受光用光ファイバによる測定光の受光効率を向上可能である。

【0017】

本発明の別の態様に係る基板研磨装置は、半導体基板を研磨するための研磨面を有する研磨テーブルと、半導体基板の膜を測定するための測定光を研磨面に設けられた開口を通じて半導体基板に投光する投光用光ファイバと、半導体基板によって反射された測定光を受光する受光用光ファイバと、投光用光ファイバの出射端に設けられ、投光用光ファイバが投光する測定光を半導体基板に集光する投

光用集光手段と、を備える。

【0018】

本発明によれば、投光用集光手段により測定光を基板に集光し、投光の範囲を小さく限定できる。これにより、基板上のパターンの膜測定への影響を低減できる。基板上のパターンの凹凸が膜測定に影響しないように、測定光の投光範囲を絞ることも好適である。なお、投光用集光手段は、出射端にレンズを取り付けて構成してもよいし、出射端をレンズ加工することにより形成してもよい。

【0019】

また、本発明の別の態様に係る基板研磨装置は、半導体基板を研磨するための研磨面を有する研磨テーブルと、半導体基板の膜を測定するための測定光を研磨面に設けられた開口を通じて半導体基板に投光する投光用光ファイバと、半導体基板によって反射された測定光を受光する受光用光ファイバと、受光用光ファイバの入射端に設けられ、半導体基板で反射した測定光を受光用光ファイバに集光する受光用集光手段と、を備える。

【0020】

この構成により、基板上の所定の箇所に焦点を合わせて、その箇所から反射した光を集光可能である。これにより、ノイズ成分を低減して、測定光のS/N比を向上できる。なお、受光用集光手段は、入射端にレンズを取り付けて構成してもよいし、入射端をレンズ加工することにより形成してもよい。

【0021】

また、本発明の別の態様に係る基板研磨装置は、半導体基板を研磨するための研磨面を有する研磨テーブルと、半導体基板の膜を測定するための測定光を研磨面に設けられた開口を通じて半導体基板に投光する投光用光ファイバと、半導体基板によって反射された測定光を受光する受光用光ファイバと、隣接して配置された投光用光ファイバの出射端および受光用光ファイバの入射端にまたがって設けられ、投光用光ファイバが投光する測定光を半導体基板に集光すると共に半導体基板で反射した測定光を受光用光ファイバに集光する投受光用集光手段と、を備える。

【0022】

本発明によれば、一の投受光用集光手段により、測定光の基板への集光と基板からの反射光の集光を行うので、投光用光ファイバが投光する測定光の焦点位置と、受光用光ファイバが受光する測定光の焦点位置が一致する。これにより、投光した測定光を基板に集光し、集光した箇所で反射した光を受光用光ファイバに集光でき、測定光のS/N比を向上可能である。なお、投受光用集光手段は、出射端と入射端にまたがるレンズを取り付けて構成してもよいし、出射端および入射端をレンズ加工することにより形成してもよい。

【0023】

本発明の別の態様に係る基板研磨装置は、半導体基板を研磨するための研磨面を有する研磨テーブルと、半導体基板の膜を測定するための測定光を研磨面に設けられた開口を通じて半導体基板に投光し、半導体基板によって反射された測定光を受光する光ファイバ体とを備え、光ファイバ体は、少なくとも1本の投光用光ファイバと、少なくとも1本の受光用光ファイバとを含み、少なくとも1本の投光用光ファイバと少なくとも1本の受光用光ファイバのいずれか一方を他方が取り囲んで構成されている。

【0024】

この構成により、基板で反射した測定光の受光割合を増やし、測定光のS/N比を向上可能である。

【0025】

好ましくは、投光用光ファイバと受光用光ファイバの一方を他方の光ファイバが被覆している。

【0026】

投光用光ファイバと受光用光ファイバの一方を他方が被覆した構成により、投光用光ファイバと受光用光ファイバとの間に、双方の光ファイバに共通のクラッドを形成できる。クラッドの共通化により、投光用光ファイバのコアと受光用光ファイバのコアの間隔を狭くできる。これにより、基板での反射光のうち、受光用光ファイバに受光される光の割合を増やすことができる。

【0027】

好ましくは、光ファイバ体は、1本の投光用光ファイバと、投光用光ファイバ

を取り囲む複数本の受光用光ファイバとを有する。

【0028】

1本の投光用ファイバによって測定光を投光することにより、測定光が当たる範囲を限定できる。

【0029】

好ましくは、光ファイバ体は、1本の受光用光ファイバと、受光用光ファイバを取り囲む複数本の投光用光ファイバとを有する。

【0030】

本発明によれば、受光用光ファイバの周囲が複数の投光用光ファイバにより取り囲まれるので、受光用光ファイバは、投光用光ファイバから投光された測定光を効率良く受光可能である。

【0031】

本発明の別の態様に係る基板研磨装置は、半導体基板を研磨するための研磨面を有する研磨テーブルと、半導体基板の膜を測定するための測定光を研磨面に設けられた開口を通じて半導体基板に投光し、半導体基板によって反射された測定光を受光する光ファイバ体とを備え、光ファイバ体は、複数本の投光用光ファイバと複数本の受光用光ファイバとを含み、投光用光ファイバと受光用光ファイバとが束ねられている。

【0032】

この構成により、基板で反射した測定光の受光割合を増やし、S/N比を向上可能である。

【0033】

好ましくは、光ファイバ体は、複数本の投光用光ファイバを複数本の受光用光ファイバが取り囲むように構成される。

【0034】

光ファイバ体の中央に複数の投光用ファイバを集めることにより、測定光が当たる範囲を限定できる。

【0035】

好ましくは、光ファイバ体は、複数本の受光用光ファイバを複数本の投光用光

ファイバが取り囲むように構成される。

【0036】

本発明によれば、受光用光ファイバの周囲が複数の投光用光ファイバにより取り囲まれるので、受光用光ファイバは、投光用光ファイバから投光された測定光を効率良く受光可能である。

【0037】

本発明の別の態様の基板研磨装置は、半導体基板を研磨するための研磨面を有する研磨テーブルと、半導体基板の膜を測定するための測定光を研磨面に設けられた開口を通じて半導体基板に投光し、半導体基板によって反射された測定光を受光する光ファイバ体とを備え、光ファイバ体は、投光用光ファイバの領域と受光用光ファイバの領域に分割された断面形状を有する複合型の光ファイバである。

【0038】

投光用光ファイバの領域と受光用光ファイバの領域とを有する構成により、それぞれの領域の間に双方の光ファイバに共通のクラッドを形成できる。クラッドの共通化により、投光用光ファイバ領域のコアと受光用光ファイバ領域のコアの間隔を狭くできる。これにより、投光用光ファイバから投光される測定光の照射範囲と、受光用光ファイバにより受光可能な範囲との重なり部分を増やすことができる。

【0039】

以上に、本発明の各種の態様を説明したが、本発明は上記の基板研磨装置に限定されない。例えば、本発明の別の態様は、上記の基板研磨装置に備えられる基板測定装置である。また、本発明の別の態様は、上記の基板研磨装置による基板研磨方法および基板測定装置による基板測定方法である。

【0040】

【発明の実施の形態】

図1は、本実施の形態の基板研磨装置10を示している。基板研磨装置10は、いわゆる化学的機械的研磨（CMP：Chemical Mechanical Polishing）装置であり、回転テーブル12とトップリング14を有する。回転テーブル12には

研磨パッド 16 が貼り付けられている。ここで、研磨パッド 16 が貼り付けられた回転テーブル 12 が、研磨テーブルを構成する。トップリング 14 は、下面で基板 18 を支持しており、基板 18 と共に回転する。そして、トップリング 14 は、回転テーブル 12 の中心から離れた位置で基板 18 を研磨パッド 16 に押し付ける。研磨パッド 16 と基板 18 の間には研磨用のスラリ（研磨剤）が供給される。スラリは、スラリ容器 20 からスラリ供給路 22 を通って供給される。基板 18 は、スラリの存在の下で研磨パッド 16 に押し付けられた状態で回転し、さらに、回転テーブル 12 が回転し、これにより基板 18 が研磨される。

【0041】

基板研磨装置 10 は、基板 18 に形成された薄膜の研磨に用いられる。薄膜の厚さが所定の値になった時点で研磨が終了する。終了時点の判定を本実施の形態では、終点検知（end point detection）という。終点検知のために、基板研磨装置 10 は、以下に説明する膜厚測定装置 24 を備えている。

【0042】

膜厚測定装置 24 の測定対象の膜は、例えば酸化シリコン膜である。膜厚測定装置 24 は、回転テーブル 12 に内蔵されたセンサ 26 を有し、さらに、回転テーブル 12 の下面に取り付けられた電源ユニット 28、コントローラユニット 30、光源ユニット 32 およびフォトメータユニット 34 を有する。

【0043】

電源ユニット 28 は、ロータリーコネクタ 36 を介して電力を受け取り、膜厚測定装置 24 の各構成に電力を供給する。コントローラユニット 30 は膜厚測定装置 24 の全体を制御する。光源ユニット 32 はセンサ 26 に測定光を供給し、測定光はセンサ 26 にて基板 18 に照射される。センサ 26 は、基板 18 からの反射光を受光し、フォトメータユニット 34 に送る。フォトメータユニット 34 では、光信号が電気信号に変換される。この電気信号がコントローラユニット 30 で処理される。

【0044】

コントローラユニット 30 は、ロータリーコネクタ 36 を介して光学的指標計算部 38 に接続され、光学的指標計算部 38 は光学的指標判定部 40 に接続され

ている。コントローラユニット 30 で処理された信号は光学的指標計算部 38 に送られ、光学的指標計算部 38 で膜厚、反射強度、スペクトル等の光学的指標が計算される。光学的指標判定部 40 は、膜厚等の光学的指標の判定を行い、そして、膜厚が所定の値に達したか否かの終点検知を行う。判定結果は、基板研磨装置 10 の全体を制御する研磨制御部 42 に送られる。

【0045】

膜厚測定装置 24 は、さらに、センサ 26 に測定用流体を供給するための供給路 44 と、センサ 26 から測定用流体を排出するための排出路 46 を有する。供給路 44 は、ロータリージョイント 48 を介して、図示されないタンクに接続されている。また、排出路 46 は、センサ 26 内の測定用流体および測定用流体に混入したスラリ等の研磨液を強制排出するポンプ 50 に接続されている。

【0046】

本実施の形態では、測定用流体は純水である。供給路 44 および排出路 46 は適当な配管等で構成される。例えば、配管を PEEK 材等の樹脂等（非金属材料）でコーティングすることにより、基板への金属汚染を防止することができる。供給路 44 および排出路 46 は、回転テーブル 12 に内に設けられたジャケットを含んでもよい。

【0047】

供給路 44 は、図示のように並列部 52 を有し、並列部 52 は主流路 54 および副流路 56 からなる。そして、主流路 54 および副流路 56 には供給制御弁 58、60 が設置されている。主流路 54 は、大流量の純水の供給によってセンサ 26 で純水を噴射するために用いられる。一方、副流路 56 にはオリフィス（図示せず）が設けられており、副流路 56 は低流量の純水の供給に用いられる。低流量供給と噴射の切替のために、供給制御弁 58、60 が開閉される。

【0048】

さらに、排出路 46 には排出制御弁 62 が設置されている。排出制御弁 62 は、強制排出タイミングの制御のために使われる。排出制御弁 62 および供給制御弁 58、60 は電磁弁であり、図示されないが電磁弁ユニットを構成する。この電磁弁ユニットは、他のユニットと同じく回転テーブル 12 の下面に取り付けら

れている。

【0049】

基板研磨装置 10 は、さらに、回転テーブル 12 内に冷却用のウォータージャケット 64 を有する。ウォータージャケット 64 はロータリージョイント 48 を介して図示されない水タンクに接続されている。

【0050】

図 2 は、基板研磨装置 10 を備えた基板処理装置 66 の全体構成を示している。基板処理装置 66 は、基板カセット保持部 68、基板移動装置 70 および洗浄室 72 を基板研磨装置 10 と共に備えている。被研磨体である基板 18 は、基板カセット保持部 68 から基板研磨装置 10 に送られる。そして、研磨後の基板 18 は、洗浄室 72 で洗浄され、基板カセット保持部 68 に戻される。

【0051】

また、基板処理装置 66 は、基板研磨装置 10 が設けられた部屋に、作業用窓 74 を有する。基板研磨装置 10 には、基板 18 を支持するトップリング 14 が備えられている。また、回転テーブル 12 を挟んでトップリング 14 と向き合うように、ドレッサ 15 が備えられている。スラリはノズル 76 を通って回転テーブル 12 へ供給される。ノズル 76 は、図 1 のスラリ供給路 22 を構成している。測定用流体は、図示されないが、回転テーブル 12 へと下側から供給される。以上に、基板研磨装置 10 の全体構成を説明した。

【0052】

次に、本実施の形態の特徴的構成について説明する。

【0053】

(第 1 実施形態)

図 3 は、本発明の第 1 実施形態に係る基板研磨装置 10 を説明する図であり、回転テーブル 12 の測定部位を拡大して示す図である。図 3 は、図 1 の全体構成のうちのセンサ 26 部分に相当する。既に説明したように、回転テーブル 12 の研磨パッド取付面 78 に研磨パッド 16 が載せられており、研磨パッド 16 に基板 18 が接触する。回転テーブル 12 には、供給路 44 および排出路 46 が並んで設けられている。

【0054】

研磨パッド16は貫通孔（開口）84を有しており、供給路44および排出路46は貫通孔84に連通している。貫通孔84内に供給路44を形成するための配管ピース86が回転テーブル12に取り付けられている。配管ピース86の終端は測定用流体の出口88を構成する。出口88は、供給路44を通じて供給される測定用流体が貫通孔84内に供給される供給口である。配管ピース86は、貫通孔84の内部に位置している。すなわち、出口88は回転テーブル12より上方に位置し、研磨パッド16の研磨面90付近に位置している。

【0055】

配管ピース86は円管状の部材であり、ネジ部92で回転テーブル12に取り付けられる。より詳細には、ネジ部92は、配管ピース86の雄ネジと回転テーブル12の雌ネジで構成され、これらが結合される。ネジ部92は、配管ピース86を回転テーブル12に締め付けたときに、配管ピース86の上端の出口88が、貫通孔84の内部で適当な高さに位置するように設定されている。本実施形態では、交換可能な配管ピース86を用いたが、回転テーブル12に常設された交換可能でない配管を用いることも可能であり、本発明の範囲に含まれる。

【0056】

本実施形態に係る基板研磨装置10では、純水等の測定用流体が供給路44を通じて供給され、排出路46を通じて排出されている。貫通孔84の内部が透明な純水で満たされ、研磨用のスラリの貫通孔84への侵入が制限され、これにより、透過光を用いる測定を可能にしている。

【0057】

供給路44には、投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82が配置されている。投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82は、光源ユニット32およびフォトメータユニット34（図1）に接続されている。そして、投光用光ファイバ80は、光源ユニット32から供給された測定光を基板18に照射する。受光用光ファイバ82は、基板18からの反射光を受光し、反射光をフォトメータユニット34へ伝える。

【0058】

次に、本実施形態において、基板 18 からの反射光の受光効率を向上させるための投光用光ファイバ 80 と受光用光ファイバ 82 の配置について説明する。本実施形態では、投光用光ファイバ 80 と受光用光ファイバ 82 とは隣接して配置され、投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 は接触している。このように投光用光ファイバ 80 と受光用光ファイバ 82 を配置したことにより、投光用光ファイバ 80 の出射端 94 と受光用光ファイバ 82 の入射端 96 は隣接し、共に基板 18 側を向いている。また、投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 は、投光用光ファイバ 80 の出射端 94 および受光用光ファイバ 82 の入射端 96 から基板 18 までの距離 L だけ離隔するように配置される。

【0059】

以下、この配置により測定光の受光効率を向上可能な理由について説明する。最初に、投光用光ファイバと受光用光ファイバが隣接して配置されている理由について説明し、次に投光用光ファイバおよび受光用光ファイバから基板までの距離 L の設定について説明する。

【0060】

図 4 (a) 及び図 4 (b) は、投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 と基板 18 を示す模式図である。図 4 (a) では投光用光ファイバ 80 と受光用光ファイバ 82 が離隔して配置された例、図 4 (b) では投光用光ファイバ 80 と受光用光ファイバ 82 とが隣接して配置された例を示す。図 4 (b) に示す例が、本実施形態の光ファイバの配置に相当する。図 4 (a) に示すように、投光用光ファイバ 80 から投光された測定光が基板 18 に照射される。基板 18 に照射された測定光が反射し、その一部が受光用光ファイバ 82 により受光される。受光用光ファイバ 82 により受光される測定光が照射される範囲を「有効照射範囲」という。次に、有効照射範囲に照射される測定光の光量について説明する。

【0061】

図 4 (c) は、図 4 (a) における有効照射範囲 B1 に投光される測定光の光量と、図 4 (b) における有効照射範囲 B2 に投光される測定光の光量について説明する図である。一般的に、ある領域における光の光量は、その領域を切り取

る立体角によって規定される。図4(c)に示すように、有効照射範囲B1の立体角 Ψ_1 は、有効照射範囲B2の立体角 Ψ_2 より小さい。つまり、図4(a)に示す有効照射範囲B1より図4(b)に示す有効照射範囲B2への投光量の方が大きい。図4(c)から理解されるように、基板18上において同じ面積を切り取る立体角は、出射端94から基板18に引いた垂線98に近い範囲ほど大きい。すなわち、出射端94の正面近くに位置する有効照射範囲ほど投光量が多い。以上の原理に基づき、投光用光ファイバ80の出射端94と受光用光ファイバ82の入射端96とが隣接するように、投光用光ファイバ80と受光用光ファイバ82を配置した。この配置により、測定光の経路が基板18に対して垂直に近くなるため、有効照射範囲への投光量が増える。これにより、測定光の受光効率を向上できる。

【0062】

次に、投光用光ファイバ80の出射端94および受光用光ファイバ82の入射端96の基板18からの距離Lの設定について説明する。

【0063】

投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82が基板18に近接すると、基板18の単位面積あたりの投光量が増大する。しかし、投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82が基板18に近接しすぎると反射光の受光量が減少する。以下、これらの点について順に説明し、それから、受光効率を高めるための、投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82から基板18までの最適な距離Lの設定について説明する。

【0064】

まず、投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82が基板18に近接すると、測定光の受光量が増大する理由について図5(a)及び図5(b)を参照しながら説明する。

【0065】

図5(a)は、投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82と基板18を示す模式図である。図5(a)に示すように、投光用光ファイバ80から投光された測定光が基板18に照射されている。そして、基板18に照射された測定

光が反射して、その一部が受光用光ファイバ 82 に受光される。すなわち、照射された基板上の測定光のうち、図 5 (a) の有効照射範囲 B1 に照射された光が、受光用光ファイバ 82 へ到達する。従って、有効照射範囲 B1 への投光量が受光用光ファイバ 82 への受光量に関係する。図 5 (b) を参照して、有効照射範囲 B1 への投光量と距離との関係について述べる。

【0066】

図 5 (b) は、投光用光ファイバ 80 の出射端 94 から基板 18 までの距離と基板 18 の単位面積あたりの照射光量との関係を示す図である。図 5 (b) では、基板 18 が位置 P1 にある場合と位置 P2 にある場合を比較して示す。基板 18 が位置 P1 にあるときの基板 18 の領域 B への照射光量は、領域 B を切り取る立体角 $\Psi 1$ で表せる。また基板 18 が位置 P2 にあるときの領域 B への照射光量は、立体角 $\Psi 2$ で表せる。ここで、位置 P1 と位置 P2 における照射光量を比較すると、基板 18 が位置 P2 にあるときの方が同一の領域 B への照射光量が大きいたことがわかる ($\Psi 1 < \Psi 2$)。すなわち、図 5 (b) は、投光用光ファイバ 80 の出射端 94 から基板 18 までの距離が小さくなると、基板 18 に照射される単位面積あたりの光量が増大することを示している。従って、有効照射範囲 B1 への投光量を増大させ、受光用光ファイバ 82 による受光量を増大させるためには、出射端 94 から基板 18 までの距離は小さい方がよい。

【0067】

しかし、投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 が基板 18 に近接しすぎると、以下の理由により、基板 18 からの反射光の受光量が減少する。図 6 (a) 及び図 6 (b) を参照しながら説明する。ここでは、簡単のため、ファイバのクラッドや被覆の厚みを無視している。

【0068】

図 6 (a) 及び図 6 (b) は、投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 から基板 18 までの距離 $L 3$, $L 4$ と、基板 18 における有効照射範囲 B3, B4 の関係について説明する模式図である。図 6 (a) 及び図 6 (b) に示すように、投光用光ファイバ 80 から出射された測定光が基板 18 に照射される。そして、基板 18 に照射された測定光が反射し、その一部が受光用光ファイバ 8

2により受光される。図6 (b) に示す例は、図6 (a) に示す例より、投光用光ファイバ80の出射端94および受光用光ファイバ82の入射端96が基板18に近接している。

【0069】

図6 (a) に示すように、距離 L_3 が大きいと、投光用光ファイバ80から投光された測定光は、受光用光ファイバ82の入射端96の縁99に到達可能である。この場合、有効照射範囲B3の幅は、投光用光ファイバ80の出射端94の幅によって決まる。図6 (a) から分かるように、距離 L_3 が大きくなると照射範囲A3はますます大きくなるが、それに含まれる有効照射範囲B3の大きさは一定である。

【0070】

しかし、図6 (b) に示すように距離 L_4 が小さくなると、投受光用光ファイバ80、82の拡がり角の影響で、有効照射範囲B4が狭くなる。すなわち、図6 (b) では、照射範囲A4の最も受光用光ファイバ82寄りの地点100からの反射光が、受光用光ファイバ82の入射端の中心付近の位置101に入射される。すなわち、入射位置101から縁99までの部分に光が入射しない。また、受光可能範囲C4の最も投光用光ファイバ80寄りの地点102からの反射光が受光用光ファイバ82の入射端96の縁103に入射される。すなわち、投光用光ファイバ80の出射端94のうち、位置104から縁105までの面から出射される光は、受光用光ファイバ82に到達しない。これに応じて、有効照射範囲B4も狭くなる。図6 (b) から分かるように、距離 L_4 が小さくなると有効照射範囲B4も小さくなり、受光量が減少する。投光用光ファイバ80、82のコア間の距離が0であると仮定すると、 $L_4 = 0$ のとき受光用光ファイバ82の受光量は0となる。

【0071】

以上より、測定光の受光率を向上させる投光用光ファイバおよび受光用光ファイバの配置は、図6 (a) に示す大きさの有効照射範囲を維持可能な範囲で、投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82を基板18に最も近接させた配置といえる。次に、この条件を満たす距離 L を求める。

【0072】

図7は、投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82と基板18を示す図である。投光用光ファイバ80と受光用光ファイバ82は隣接して配置されている。投光用光ファイバ80のコア106と受光用光ファイバ82のコア106との間は、投光用光ファイバ80のクラッド108と受光用光ファイバ82のクラッド108が存在し、その厚さ分の間隔を有する。ここでは、投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82は同型の光ファイバであるとし、クラッド108の厚さをTとする。なお、実際には、クラッド108に被覆層が被覆される場合があり、さらに被覆層にコーティング層がコーティングされる場合がある。その場合には、被覆層およびコーティング層の厚さを含めて厚さTとすればよい。ここで、有効照射範囲の大きさを減少させない範囲における距離Lの最小値を求める。光ファイバのコア106の径をC、NA値をNとすると、図7より次の関係が成り立つ。

【0073】

$$\tan \theta = (2T + C) / 2L \cdots (1)$$

NA値は、空气中（屈折率1）においては、 $\sin \theta$ である。

【0074】

$$N = \sin \theta \cdots (2)$$

式(1)及び式(2)を距離Lについて解くと、

$$L = (1 - N^2)^{1/2} \times (2T + C) / 2N \cdots (3)$$

となる。従って、式(3)で示される値が距離Lの最小値である。この距離Lは、i) 有効照射範囲を減らさず、かつ、ii) 投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82を基板18に近接させる、という条件を満たす。従って、式(3)で示す値は、距離Lの最適値である。

【0075】

実際の基板研磨装置10においては、光ファイバのわずかな傾き、測定光の経路の状態などによって距離Lの最適値は変動し得る。また、距離Lの近傍においては、有効照射範囲の狭小化に伴う受光量の減少と、光ファイバ端94、96の近接による受光量の増大とが相殺する。これに伴う総受光量の増減は、各光ファ

イバ 80, 82 の仕様によって異なる。従って、上記計算により求めた距離 L の近傍で、投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 と基板 18 との距離を調整し、受光効率を最大化する配置を得ることが好ましい。

【0076】

図 8 は、投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 から基板 18 までの距離と、受光用光ファイバ 82 による受光量との関係を求めるために行った実験の結果である。ここでは、内面を鏡面加工した配管ピース 86 内に投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 を設けた。投光用光ファイバ 80 の出射端 94 および受光用光ファイバ 82 の入射端 96 が配管端の出口 88 から 2 mm 下方に位置するように、投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 を配置した。図 8 では、以上の構成において配管端から基板 18 までの距離を L としている。この結果によれば、距離 L が 2.7 mm のときに受光量が最大となることがわかる。距離 L が 2.7 mm より小さくなると、受光量が急速に減少した。また、距離 L が 2.7 mm より大きくなった場合にも受光量が減少した。この実験結果は、受光率を最大にする最適の距離が存在するという上記した説明に合致している。

【0077】

以上、本発明の好適な第 1 の実施形態を説明した。本実施形態に係る基板研磨装置 10 では、投光用光ファイバ 80 と受光用光ファイバ 82 とが隣接して配置されることにより、投光用光ファイバ 80 から出射して受光用光ファイバ 82 に入射する測定光の経路が基板 18 に対してほぼ垂直となる。すなわち、基板 18 の膜測定を行うための有効照射範囲が、投光用光ファイバ 80 の出射端 94 および受光用光ファイバ 82 の入射端 96 のほぼ正面となる。これにより、有効照射範囲への投光量を増大させ、受光用光ファイバ 82 による受光量を増大させることができる。

【0078】

また、投光用光ファイバ 80 の出射端 94 および受光用光ファイバ 82 の入射端 96 から基板 18 までの距離 L を、投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 の拡がり角に基づいて求めており、より詳細には、拡がり角に基づいて

有効照射範囲が小さくならない範囲で距離 L を小さく設定している。そして、求めた距離 L に基づいて投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 を配置することにより、測定光の受光効率を高めることができる。

【0079】

(第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態に係る基板研磨装置 10 について説明する。第2実施形態に係る基板研磨装置 10 は、第1実施形態に係る基板研磨装置 10 と基本的な構成は同じであるが、投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 の配置が異なる。

【0080】

図9は、第2実施形態に係る基板研磨装置 10 における投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 の配置を示す図である。第2実施形態に係る基板研磨装置 10 では、投光用光ファイバ 80 の光軸 110 と受光用光ファイバ 82 の光軸 112 とが傾いている。より詳細には、投光用光ファイバ 80 の光軸 110 が受光用光ファイバ 82 の側に傾けられている。また、受光用光ファイバ 82 の光軸 112 が投光用光ファイバ 80 の側に傾けられている。投光用光ファイバ 80 の光軸 110 の基板 18 の法線に対する傾きは角度 $\theta 1$ であり、受光用光ファイバ 82 の光軸 112 の基板 18 の法線に対する傾きは角度 $\theta 2$ である。

【0081】

光ファイバからは、光軸が延びる方向に強い光が出射される。投光用光ファイバ 80 の光軸 110 を受光用光ファイバ 82 側に傾けることにより、受光用光ファイバ 82 に向かう光の強度を高めることができる。また、受光用光ファイバ 82 も、光軸に沿った方向から入射する光に対する感度が高い。従って、受光用光ファイバ 82 の光軸 112 を投光用光ファイバ 80 側に傾けることにより、反射光を感度良く受光可能である。これにより、測定光の受光効率を向上可能となる。

【0082】

なお、投光用光ファイバ 80 の光軸 110 の傾き角度 $\theta 1$ と受光用光ファイバ 82 の光軸 112 の傾き角度 $\theta 2$ は等しいことが好ましい。傾きの角度が等しい

ことにより、投光用光ファイバ 80 の光軸 110 と受光用光ファイバ 82 の光軸 112 とが半導体基板 18 の法線に関して対称となる。従って、基板 18 で反射した光の進行方向と受光用光ファイバ 82 の光軸 112 がほぼ一致し、測定光の受光効率を向上可能である。また、この場合、投光用光ファイバ 80 の出射端 94 と受光用光ファイバ 82 の入射端 96 を基板 18 側にずらして配置してもよい。投光用光ファイバ 80 の拡がり角に応じて、受光用光ファイバ 82 を近づけると、さらに外乱の影響を低減できる。

【0083】

(第3実施形態)

次に、本発明の第3実施形態に係る基板研磨装置 10 について説明する。第3実施形態に係る基板研磨装置 10 は、第2実施形態に係る基板研磨装置 10 と基本的な構成は同じであるが、投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 にレンズが取り付けられている。

【0084】

図 10 は、第3実施形態に係る基板研磨装置 10 における投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 を示す図である。第2実施形態と同様に、投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 の光軸は互いに傾けられている。また、投光用光ファイバ 80 の出射端 94 および受光用光ファイバ 82 の入射端 96 のそれぞれにレンズ 114 が取り付けられている。投光用光ファイバ 80 に取り付けられたレンズ 114 は、投光用光ファイバ 80 が投光する測定光を基板 18 に集光する機能を有する。また、受光用光ファイバ 82 に取り付けられたレンズ 114 は、基板 18 で反射した光をコアに集光する機能を有する。

【0085】

図 11 (a) 及び図 11 (b) は、基板 18 の研磨対象面を拡大して示す模式図である。図 11 (a) 及び図 11 (b) に示されるように、研磨対象の基板 18 の表面はパターンを有する。すなわち、SiO₂ 基板 113 上に Al 配線 115 が形成され、Al 配線 115 に応じたパターンが形成されている。図 11 (a) に示されるように、測定光が投光される箇所にパターンの凹凸が存在する。

【0086】

本実施形態によれば、投光用光ファイバ 80 の出射端 94 に取り付けられたレンズ 114 により測定光を基板 18 に集光するので、測定光が投光される箇所を小さい範囲に限定することができる。図 11 (b) に示されるように、凹凸が存在しない箇所（例えば、比較的大きな配線部分）に測定光を投光することにより、その反射光に基づく膜厚の測定を正確に行うことも好適である。特に、光の干渉を用いて膜のプロパティを計測する場合に有効である。また、受光用光ファイバ 82 に取り付けられたレンズ 114 により、基板 18 での反射光を集光して受光する。すなわち、図 11 (b) に示されるように、測定光が反射される箇所からの光を集光し、その他の部分からの受光を低減する。これにより、ノイズ成分を低減して測定光の S/N 比を向上可能である。

【0087】

なお、本実施形態においては、レンズ 114 を投光用光ファイバ 80 の出射端 94 および受光用光ファイバ 82 の入射端 96 に取り付けることとしたが、レンズ 114 を取り付ける代わりに、投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 の端部を加工することにより、レンズを形成してもよい。

【0088】

(第 4 実施形態)

次に、本発明の第 4 実施形態に係る基板研磨装置 10 について説明する。第 4 実施形態に係る基板研磨装置 10 は、第 1 実施形態に係る基板研磨装置 10 と基本的な構成は同じである。

【0089】

図 12 は、第 4 実施形態に係る基板研磨装置 10 で用いられる投光用光ファイバ 80 及び受光用光ファイバ 82 の断面図である。本実施形態では、投光用光ファイバ 80 と受光用光ファイバ 82 とが光ファイバ体 116 を構成している。そして、投光用光ファイバ 80 を受光用光ファイバ 82 が被覆して構成されている。より詳細には、投光用光ファイバ 80 のコアをクラッドが被覆し、そのクラッドの外側に受光用光ファイバ 82 のコアが設けられている。そして、受光用光ファイバ 82 のコアをクラッドがさらに被覆している。投光用光ファイバ 80 のコアと受光用光ファイバ 82 のコアとの間に設けられるクラッドは、投光用光ファ

イバ 80 のクラッドとしての役割と受光用光ファイバ 82 のクラッドとしての役割を有する。

【0090】

図 13 (a) は従来例における投光用光ファイバ 80 の照射範囲および受光用光ファイバ 82 の受光可能範囲を示す図であり、図 13 (b) は、第 4 実施形態での投光用光ファイバ 80 の照射範囲および受光用光ファイバ 82 の受光可能範囲を示す図である。図 13 (a) 及び図 13 (b) から分かるように、第 4 実施形態では受光用光ファイバ 82 が投光用光ファイバ 80 を囲んでいるので、投光用光ファイバ 80 から投光される測定光の照射範囲と、受光用光ファイバ 82 の受光可能な範囲が同方向にわたって重なりを有している。従って、基板 18 で反射した測定光の受光効率を向上可能である。

【0091】

また、第 4 実施形態においては、投光用光ファイバ 80 のコアと受光用光ファイバ 82 のコアは、共通のクラッドを介して隣接する。コアの間隔が小さいため、投光用光ファイバ 80 による照射範囲と受光用光ファイバ 82 による受光可能範囲の重なりを大きくできる。これにより、投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 を基板 18 にさらに近接させることができる。前述のように、受光用光ファイバ 82 で受光される光は、基板 18 に対して垂直に近くなり、照射時の立体角が大きくなって光量が増す。

【0092】

なお、光ファイバ体 116 は、接着等により投光用光ファイバ 80 と受光用光ファイバ 82 を一体化してもよいが、投光用光ファイバ 80 と受光用光ファイバ 82 が分離可能でもよい。この点については、他の実施形態についても同様である。

【0093】

図 14 (a) は第 4 実施形態の変形例において用いられる投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 を示す図、図 14 (b) は投光用光ファイバ 80 の出射端 94 および受光用光ファイバ 82 の入射端 96 のそれぞれにレンズ 114 を取り付けた構成例である。図 14 (a) に示す変形例では、投光用光ファイ

バ 80 の出射端 94 および受光用光ファイバ 82 の入射端 96 にまたがってレンズ 114 が取り付けられている。このレンズ 114 は、投光用光ファイバ 80 が投光する測定光を基板 18 に集光すると共に、基板 18 からの反射光を集光する機能を有する。この構成によれば、図 14 (b) に示す場合と異なり、測定光を集光する場合の焦点位置と、反射光を集光する場合の焦点位置とが共通である。これにより、投光用光ファイバ 80 が投光した測定光を基板 18 に集光し、基板 18 で反射した光を受光用光ファイバ 82 に集光でき、測定光の S/N 比を向上可能である。

【0094】

なお、本実施形態においては、投光用光ファイバ 80 を受光用光ファイバ 82 で被覆した構成について説明したが、受光用光ファイバ 82 を投光用光ファイバ 80 で被覆してもよい。また、変形例においては、投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 にレンズ 114 を取り付けることとしたが、投光用光ファイバ 80 の出射端 94 および受光用光ファイバ 82 の入射端 96 を加工してレンズを形成してもよい。

【0095】

(第 5 実施形態)

次に、本発明の第 5 実施形態に係る基板研磨装置 10 について説明する。第 5 実施形態に係る基板研磨装置 10 は、第 1 実施形態に係る基板研磨装置 10 と基本的な構成は同じである。

【0096】

図 15 は、第 5 実施形態に係る基板研磨装置 10 で用いられる投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 の断面図であり、投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 が光ファイバ体 116 を構成している。本実施形態では、1 本の投光用光ファイバ 80 の周囲を複数本の受光用光ファイバ 82 が取り囲んでいる。受光用光ファイバ 82 は、投光用光ファイバ 80 の周囲に均等に配置されている。

【0097】

このように投光用光ファイバ 80 の周囲に受光用光ファイバ 82 を複数配置し

た構成により、測定光の受光割合を増大させ、S/N比を向上可能である。また、基板研磨装置10では、投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82は、測定用流体を供給する供給路44に配置される。投光用光ファイバ80の周囲に複数の受光用光ファイバ82を配置した構成では、投光用光ファイバ80と受光用光ファイバ82の隙間、また受光用光ファイバ82間の隙間に測定用流体が通過する。これにより、投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82が測定用流体により洗浄される効果がある。

【0098】

図16は、第5実施形態の変形例で用いられる投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82の断面図である。この変形例が上記実施形態と異なるのは、1本の投光用光ファイバ80の周囲を取り囲む複数本の受光用光ファイバ82がランダムに配置されている点である。すなわち、複数本の受光用光ファイバ82は、1本の投光用光ファイバ80を中心に束ねられている。この構成によっても上記実施形態と同様に、測定光の受光効率を向上できる効果を有する。

【0099】

上記実施形態では、1本の投光用光ファイバ80を複数本の受光用光ファイバ82が取り囲む構成について説明したが、1本の受光用光ファイバ82を複数本の投光用光ファイバ80が取り囲む構成とすることも可能である。また、第4実施形態の変形例と同様に、1本の投光用光ファイバ80と複数本の受光用光ファイバ82に、出射端および各入射端にまたがるレンズを取り付けることとしてもよい。

【0100】

(第6実施形態)

次に、本発明の第6実施形態に係る基板研磨装置10について説明する。第6実施形態に係る基板研磨装置10は、第1実施形態に係る基板研磨装置10と基本的な構成は同じである。

【0101】

図17は、第6実施形態に係る基板研磨装置10で用いられる投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82の断面図である。本実施形態では、複数本の

投光用光ファイバ 80 と複数本の受光用光ファイバ 82 とを有する。これらが光ファイバ体 116 を構成する。複数の投光用光ファイバ 80 と複数の受光用光ファイバ 82 は束ねられている。1 本の投光用光ファイバ 80 又は受光用光ファイバ 82 の周囲に 6 本の投光用光ファイバ 80 又は受光用光ファイバ 82 が配置されている。投光用光ファイバ 80 の周囲に 2 ～ 4 本の割合で受光用光ファイバ 82 が存在し、かつ受光用光ファイバ 82 の周囲に 2 ～ 4 本の割合で投光用光ファイバ 80 が存在するように、投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 が並べられている。

【0102】

このように投光用光ファイバ 80 の周囲に適当な本数の受光用光ファイバ 82 が配置され、かつ受光用光ファイバ 82 の周囲に適当な本数の投光用光ファイバ 80 が配置されていることにより、受光用光ファイバ 82 による測定光の受光割合を増大させ、S/N 比を向上可能である。好ましくは、投光用光ファイバ 80 の周囲に配置される光ファイバには、30 ～ 70 % の受光用光ファイバ 82 が含まれ、受光用光ファイバ 82 の周囲に配置される光ファイバには、30 ～ 70 % の投光用光ファイバ 80 が含まれる。このような割合で投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 を配置することにより、測定光の受光割合を増大させ、S/N 比を向上可能である。

【0103】

(第 7 実施形態)

次に、本発明の第 7 実施形態に係る基板研磨装置 10 について説明する。第 7 実施形態に係る基板研磨装置 10 は、第 1 実施形態に係る基板研磨装置 10 と基本的な構成は同じである。

【0104】

図 18 は、第 7 実施形態に係る基板研磨装置 10 で用いられる投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 の断面図である。第 7 実施形態では、第 6 実施形態と同様に、複数本の投光用光ファイバ 80 と複数本の受光用光ファイバ 82 とが束ねられている。これらが光ファイバ体 116 を構成する。第 7 実施形態では、複数本からなる投光用光ファイバ 80 の束を複数本の受光用光ファイバ 8

2 が取り囲んでいる。

【0105】

図19は、第7実施形態での測定光の経路を示す模式図である。図19に示されるように、複数本の投光用光ファイバ80を複数本の受光用光ファイバ82が取り囲む構成により、受光用光ファイバ82による反射光の受光効率を向上可能である。また、投光用光ファイバ80が束ねられているので、投光用光ファイバ80からの測定光が照射される範囲を限定できる。

【0106】

図20は、第7実施形態の変形例で用いられる投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82の断面図である。この変形例では、複数本からなる受光用光ファイバ82の束を複数本の投光用光ファイバ80が取り囲んでいる。この構成により、受光用光ファイバ82による測定光の受光効率を向上可能である。

【0107】

また、前述したように、投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82は測定用流体の供給路44に配置され、測定光の経路は測定用流体に混入する研磨剤の影響を受ける場合がある。この変形例では、投光用光ファイバ80が受光用光ファイバ82の周囲に配置されていることにより、受光用光ファイバ82の周囲のあらゆる方向から反射光を受光可能なので、研磨剤の影響を受けにくい。

【0108】

(第8実施形態)

次に、本発明の第8実施形態に係る基板研磨装置10について説明する。第8実施形態に係る基板研磨装置10は、第1実施形態に係る基板研磨装置10と基本的な構成は同じである。

【0109】

図21は、第8実施形態に係る基板研磨装置10で用いられる投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82の断面図であり、投光用光ファイバ80および受光用光ファイバ82が光ファイバ体116を構成する。第8実施形態では、第6実施形態と同様に、複数本の投光用光ファイバ80と複数本の受光用光ファイバ82とが束ねられている。第8実施形態では、1本の受光用光ファイバ82

を複数本の投光用光ファイバ 80 が取り囲み、さらにその外側を受光用光ファイバ 82 が取り囲んでいる。この構成により、受光用光ファイバ 82 による測定光の受光効率を向上可能である。

【0110】

図 22 は、第 8 実施形態の変形例で用いられる投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 の断面図であり、投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 が光ファイバ体 116 を構成する。この変形例では、投光用光ファイバ 80 と受光用光ファイバ 82 の配置が第 8 実施形態と逆になっている。すなわち、1 本の投光用光ファイバ 80 を複数本の受光用光ファイバ 82 が取り囲み、さらにその外側を投光用光ファイバ 80 が取り囲んでいる。この変形例によっても、第 8 実施形態と同様に、受光用光ファイバ 82 による測定光の受光効率を向上できる効果がある。

【0111】

(第 9 実施形態)

次に、本発明の第 9 実施形態に係る基板研磨装置 10 について説明する。第 9 実施形態に係る基板研磨装置 10 は、第 1 実施形態に係る基板研磨装置 10 と基本的な構成は同じである。

【0112】

図 23 は、第 9 実施形態に係る基板研磨装置 10 において、測定光を投光し反射光を受光する光ファイバ体 116 を示す断面図である。第 9 実施形態では、内部が投光用光ファイバ 80 の領域と受光用光ファイバ 82 の領域に分割された複合型の光ファイバ体 116 が構成されている。すなわち、光ファイバ体 116 は、断面半円の投光用光ファイバ領域 80 と断面半円の受光用光ファイバ領域 82 とを有する。それぞれの領域は、共通のクラッドにより仕切られている。この光ファイバ体 116 により、投光用光ファイバ 80 の機能と受光用光ファイバ 82 の機能とが実現される。

【0113】

この構成により、投光用光ファイバ領域 80 と受光用光ファイバ領域 82 は、共通のクラッドを介して隣接する。この構成では、投光用光ファイバ領域 80 の

コアと受光用光ファイバ領域 82 のコアの間隔が小さいため、投光用光ファイバ 80 による照射範囲と受光用光ファイバ 82 による受光可能範囲の重なりを大きくできる。これにより、投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 と基板 18 にさらに近接させることができる。

【0114】

また、第 4 実施形態の変形例と同様に、端部に投光用光ファイバ領域 80 および受光用光ファイバ領域 82 にまたがるレンズを取り付けることとしてもよい。

【0115】

以上、本発明の基板研磨装置 10 について、実施形態を挙げて詳細に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されない。

【0116】

上記実施形態では、投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 を配置する位置を拡がり角に基づいて求め、求められた位置に配置したが、必ずしも配置箇所を固定しなくてもよい。投光用光ファイバおよび受光用光ファイバを、例えば精密ボールネジや圧電素子などの駆動手段に接続し、上記実施形態と同様にして求められた基板からの最適距離 L に基づいて、投光用光ファイバおよび受光用光ファイバの位置を調整してもよい。この構成によれば、研磨中に研磨パッドの摩耗度合に応じて、投光用光ファイバおよび受光用光ファイバの位置をフィードバック制御可能となる。

【0117】

【発明の効果】

本発明によれば、投光用光ファイバの出射端と受光用光ファイバの入射端とが互いに隣接した構成により、投光用光ファイバから出射して受光用光ファイバに入射する測定光の経路が基板に対して垂直に近くなる。これにより、受光用光ファイバによる受光量を増大させることができる。

【0118】

本発明では、有効照射範囲が投光用光ファイバおよび受光用光ファイバの拡がり角によって表されることに着目し、投光用光ファイバおよび受光用光ファイバから基板までの距離を拡がり角に基づいて定めている。これにより、受光効率を

高める上で最適な位置に投光用光ファイバおよび受光用光ファイバを配置できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本実施形態に係る基板研磨装置の全体構成を示す図である。

【図 2】

本実施形態に係る基板研磨装置を備えた基板処理装置の全体構成を示す図である。

【図 3】

第 1 実施形態に係る基板研磨装置の構成を示す図である。

【図 4】

図 4 (a) 及び図 4 (b) は投光用光ファイバおよび受光用光ファイバと基板の間の投受光を示す模式図、図 4 (c) は有効照射範囲に投光される測定光の光量について説明する図である。

【図 5】

図 5 (a) は投光用光ファイバおよび受光用光ファイバと基板の間の投受光を示す模式図、図 5 (b) は投光用光ファイバ出射端から基板までの距離と基板に照射される光量との関係を示す図である。

【図 6】

図 6 (a) 及び図 6 (b) は、投光用光ファイバおよび受光用光ファイバから基板までの距離と、基板における有効照射範囲の関係について説明する模式図である。

【図 7】

投光用光ファイバおよび受光用光ファイバと基板を示す図である。

【図 8】

投光用光ファイバおよび受光用光ファイバから基板までの距離 L と、受光用光ファイバによる受光量との関係を実験した結果である。

【図 9】

第 2 実施形態における投光用光ファイバおよび受光用光ファイバの配置を示す

図である。

【図 10】

第3実施形態における投光用光ファイバおよび受光用光ファイバを示す図である。

【図 11】

図11(a)及び図11(b)は基板の研磨対象面を拡大して示す模式図である。

【図 12】

第4実施形態で用いられる投光用光ファイバ及び受光用光ファイバの断面図である。

【図 13】

図13(a)は従来例における照射範囲および受光可能範囲を示す図、図13(b)は第4実施形態での照射範囲および受光可能範囲を示す図である。

【図 14】

図14(a)は第4実施形態の変形例において用いられる投光用光ファイバおよび受光用光ファイバを示す図、図14(b)は投光用光ファイバおよび受光用光ファイバのそれぞれにレンズを取り付けた構成例である。

【図 15】

第5実施形態で用いられる投光用光ファイバおよび受光用光ファイバの断面図である。

【図 16】

第5実施形態の変形例で用いられる投光用光ファイバおよび受光用光ファイバの断面図である。

【図 17】

第6実施形態で用いられる投光用光ファイバおよび受光用光ファイバの断面図である。

【図 18】

第7実施形態で用いられる投光用光ファイバおよび受光用光ファイバの断面図である。

【図 1 9】

第 7 実施形態での測定光の経路を示す模式図である。

【図 2 0】

第 7 実施形態の変形例で用いられる投光用光ファイバおよび受光用光ファイバの断面図である。

【図 2 1】

第 8 実施形態で用いられる投光用光ファイバおよび受光用光ファイバの断面図である。

【図 2 2】

第 8 実施形態の変形例で用いられる投光用光ファイバおよび受光用光ファイバの断面図である。

【図 2 3】

第 9 実施形態で用いられる光ファイバ体の断面図である。

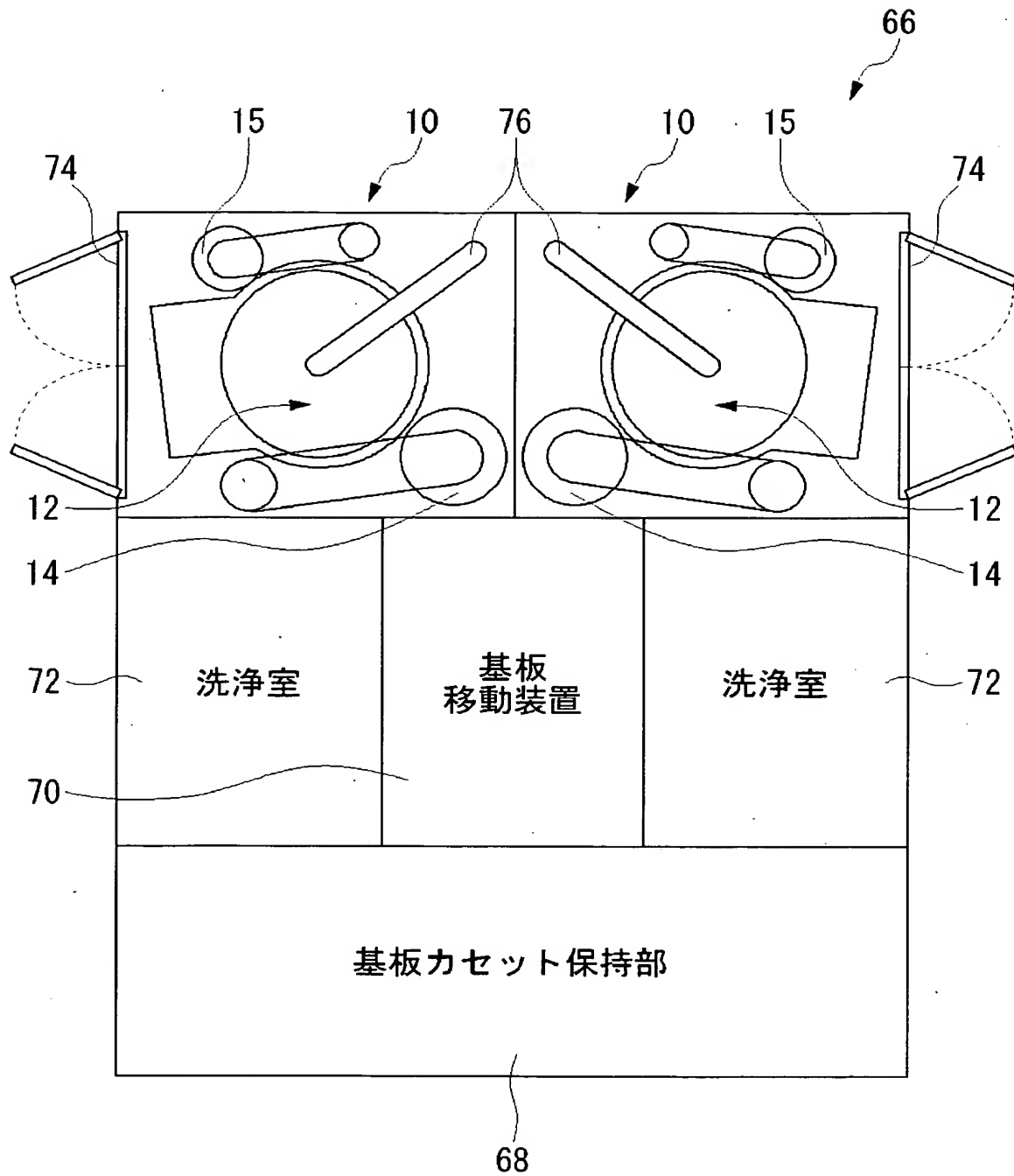
【符号の説明】

- 1 0 基板研磨装置
- 1 2 回転テーブル
- 1 4 トップリング
- 1 5 ドレッサ
- 1 6 研磨パッド
- 1 8 基板
- 2 0 スラリ容器
- 2 2 スラリ供給路
- 2 4 膜厚測定装置
- 2 6 センサ
- 2 8 電源ユニット
- 3 0 コントローラユニット
- 3 2 光源ユニット
- 3 4 フォトメータユニット
- 3 6 ロータリーコネクタ

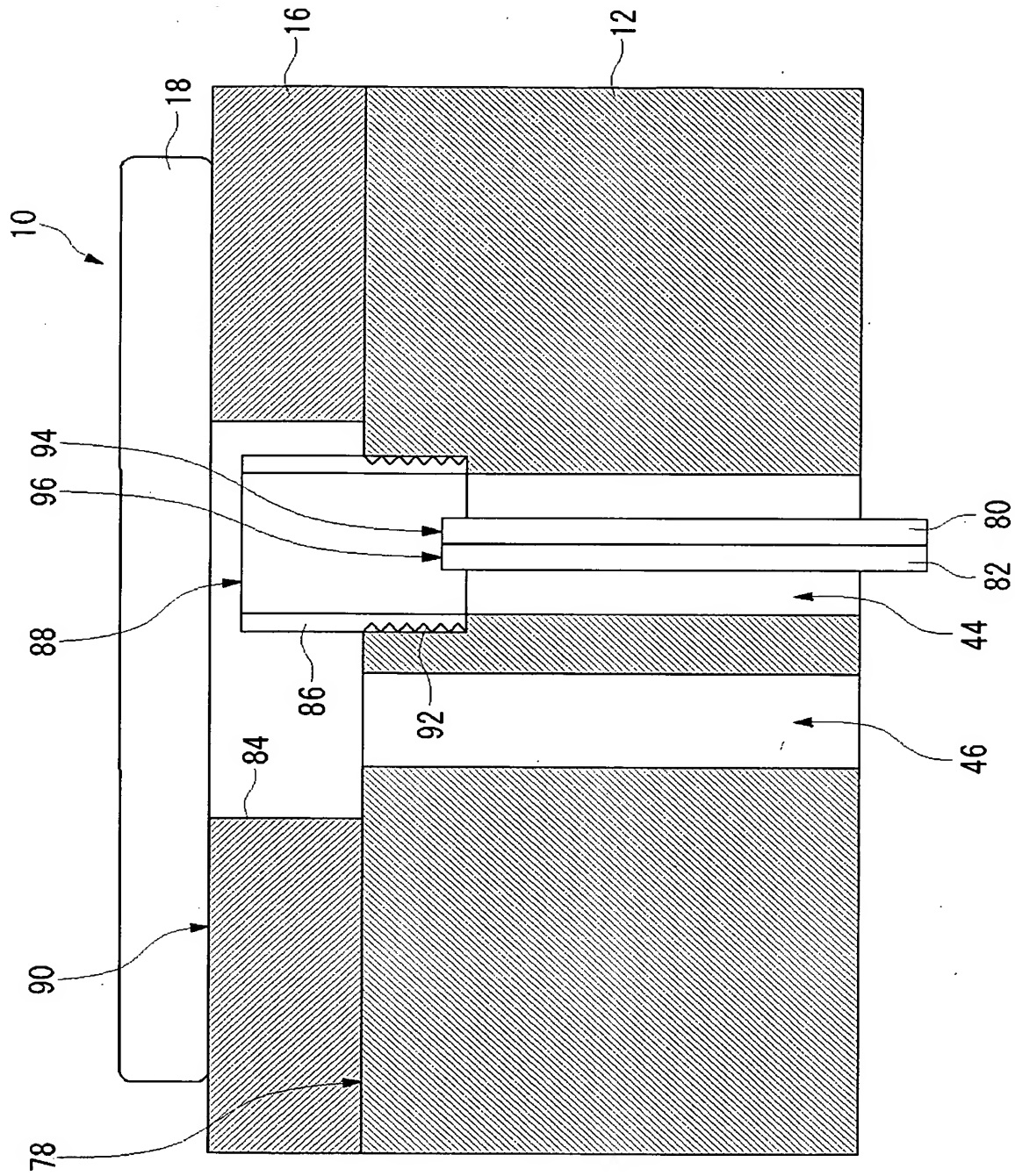
3 8 光学的指標計算部
4 0 光学的指標判定部
4 2 研磨制御部
4 4 供給路
4 6 排出路
4 8 ロータリジョイント
5 0 ポンプ
5 2 並列部
5 4 主流路
5 6 副流路
5 8, 6 0 供給制御弁
6 2 排出制御弁
6 4 ウォータージャケット
6 6 基板処理装置
6 8 基板カセット保持部
7 0 基板移動装置
7 2 洗浄室
7 4 作業用窓
7 6 ノズル
7 8 研磨パッド取付面
8 0 投光用光ファイバ
8 2 受光用光ファイバ
8 4 貫通孔
8 6 配管ピース
8 8 出口
9 0 研磨面
9 2 ネジ部
9 4 出射端
9 6 入射端

- 9 8 垂線
- 9 9 入射端の縁
- 1 0 0 照射範囲の受光用光ファイバ寄りの地点
- 1 0 1 測定光の入射位置
- 1 0 2 受光可能範囲の投光用光ファイバ寄りの地点
- 1 0 3 入射端の縁部
- 1 0 4 測定光の出射位置
- 1 0 5 出射端の縁部
- 1 0 6 コア
- 1 0 8 クラッド
- 1 1 0, 1 1 2 光軸
- 1 1 3 SiO_2 基板
- 1 1 4 レンズ
- 1 1 5 Al 配線
- 1 1 6 光ファイバ体

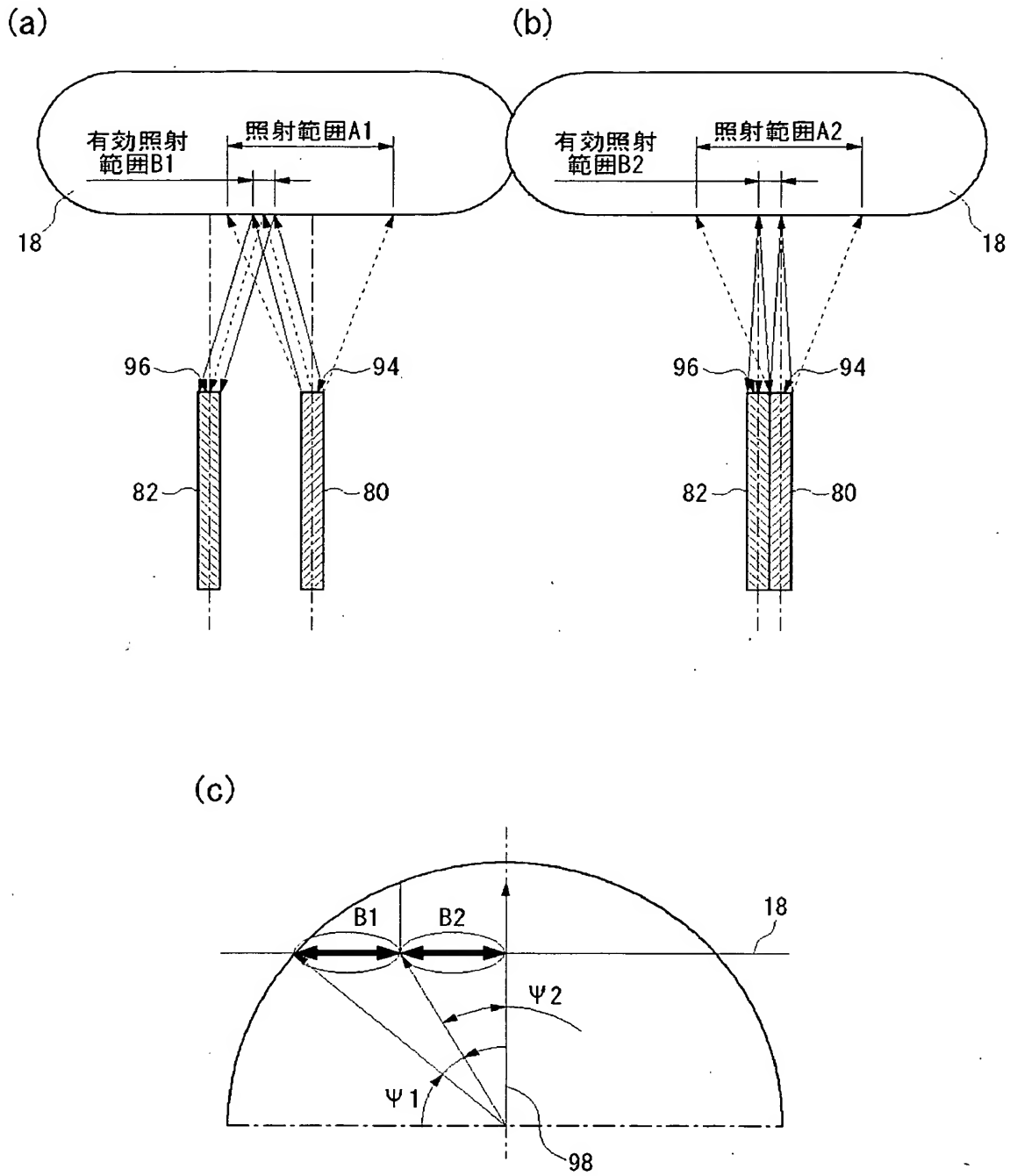
【図 2】



【図 3】

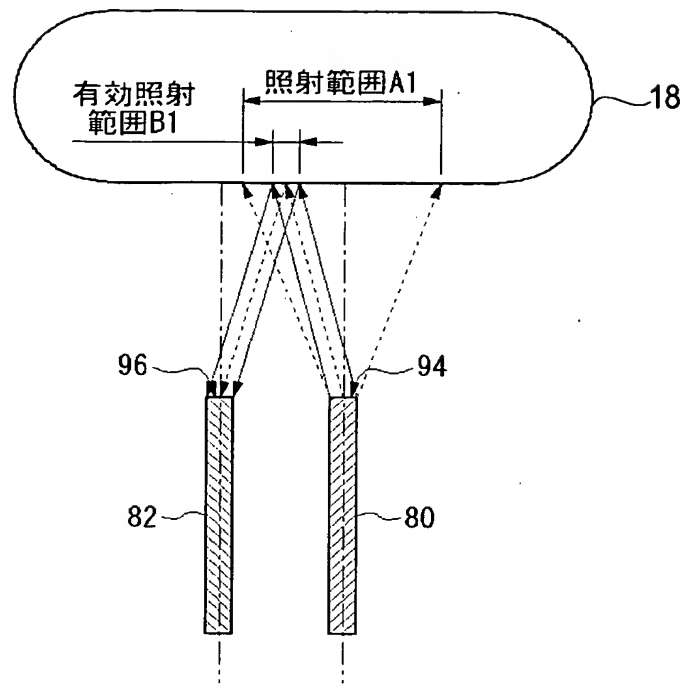


【図 4】

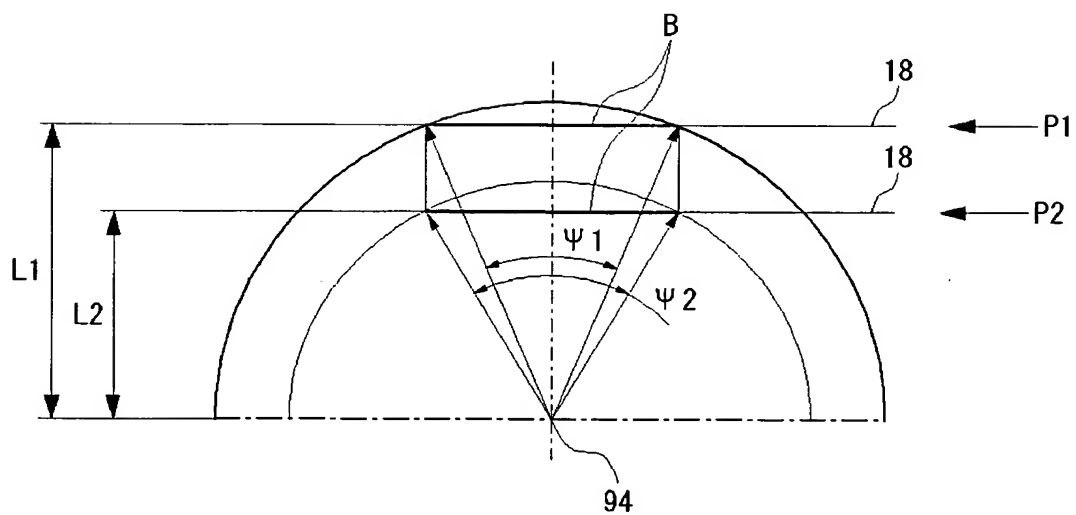


【図 5】

(a)

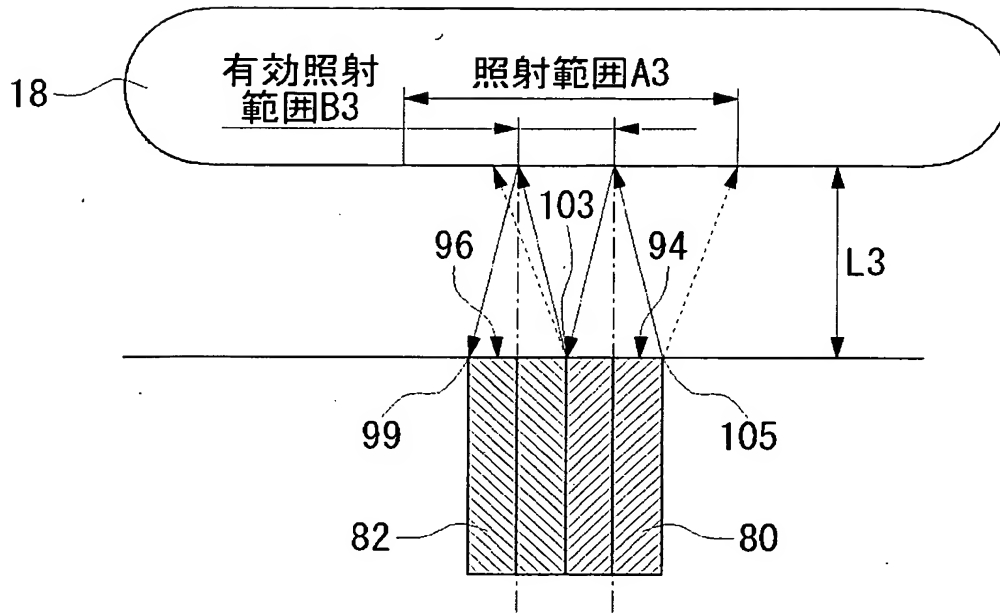


(b)

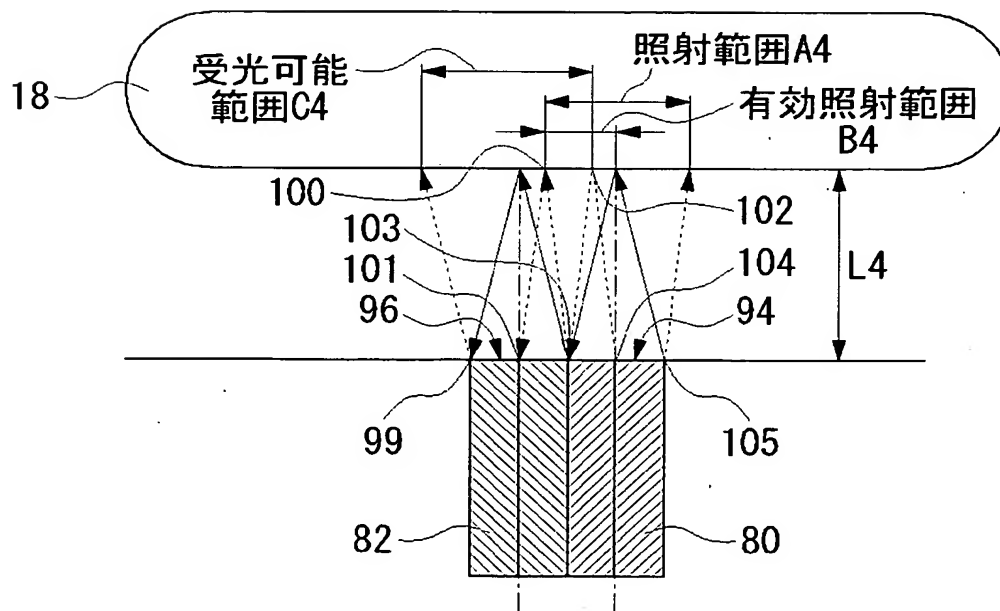


【図 6】

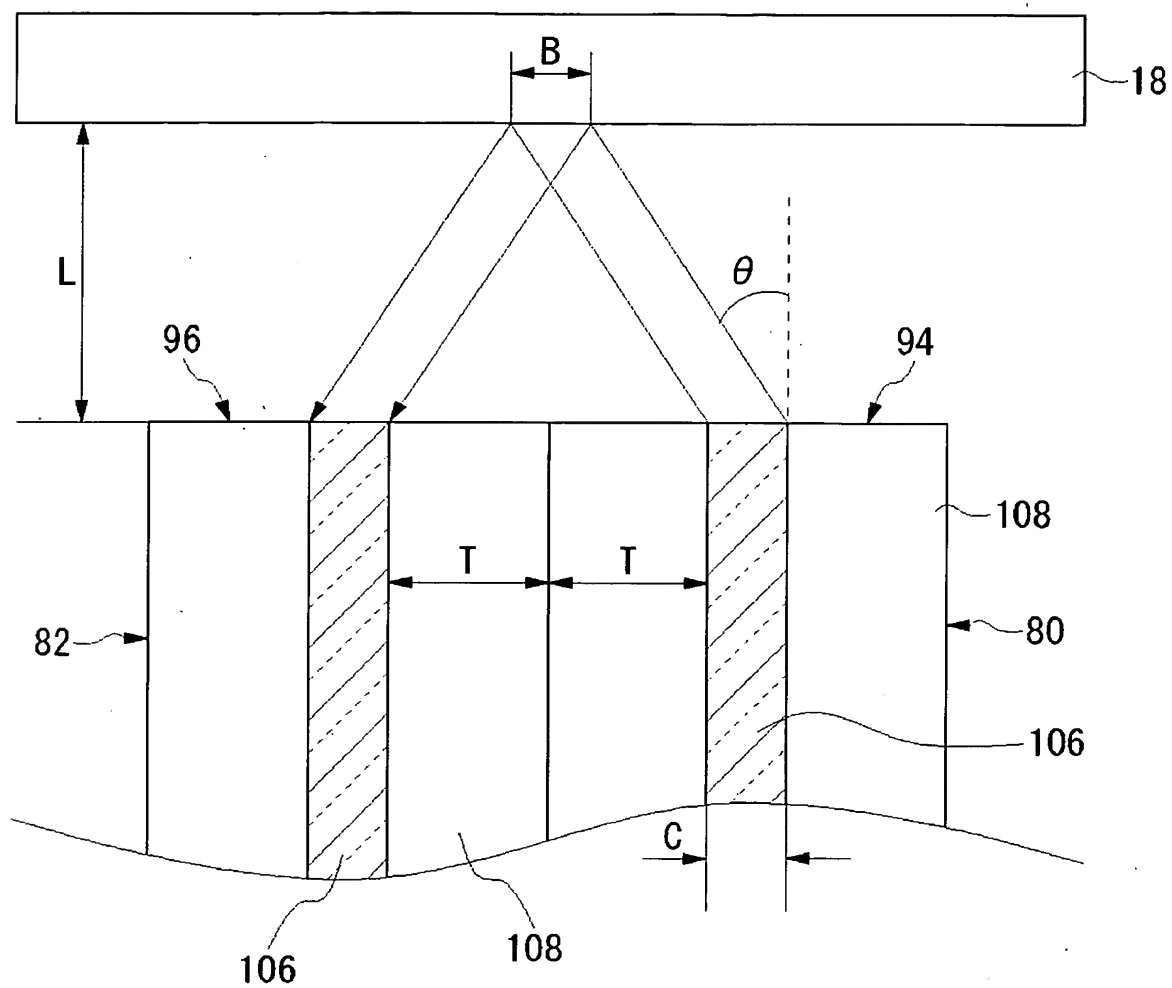
(a)



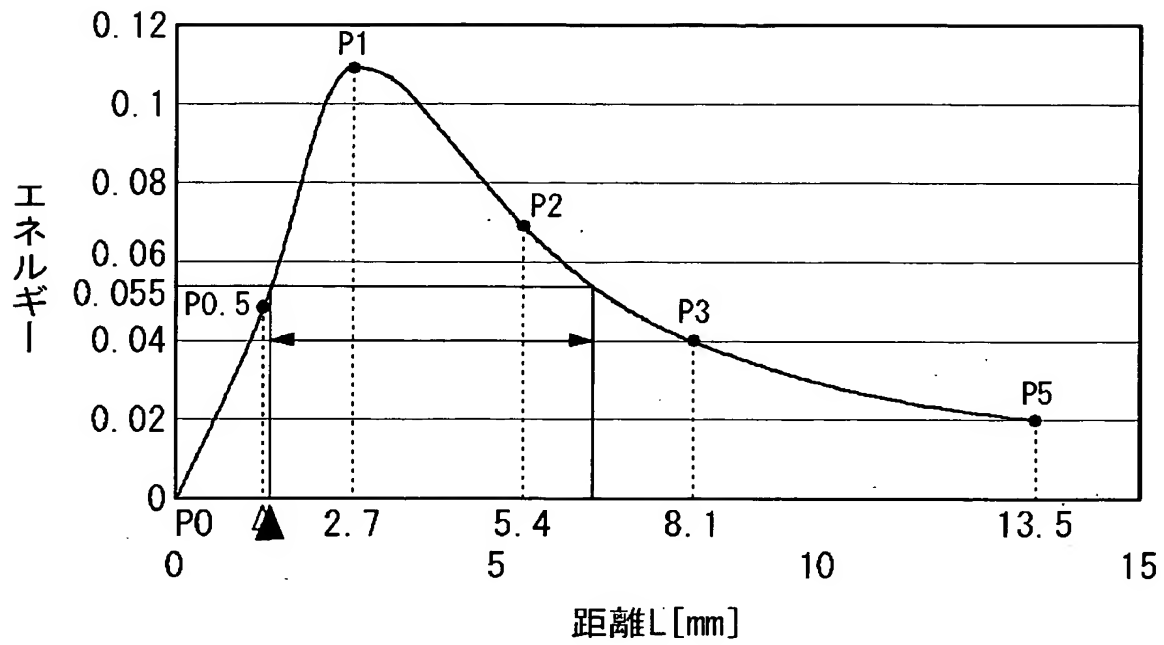
(b)



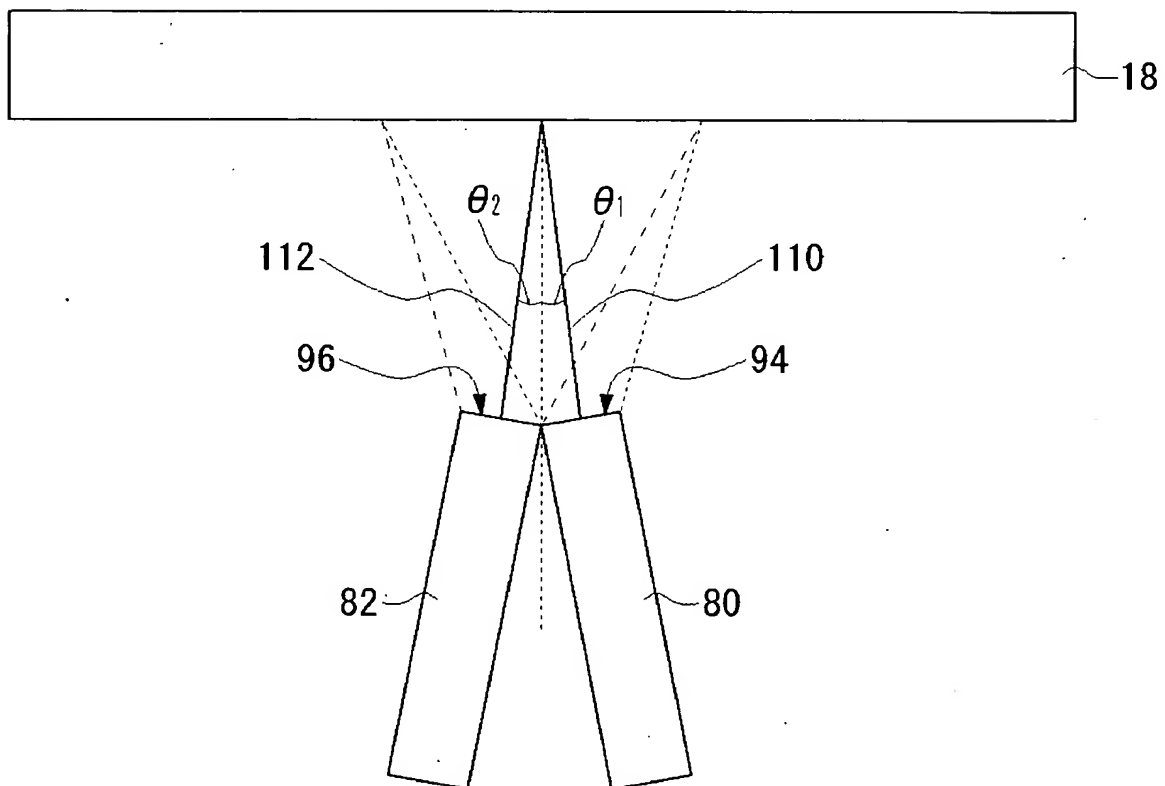
【図 7】



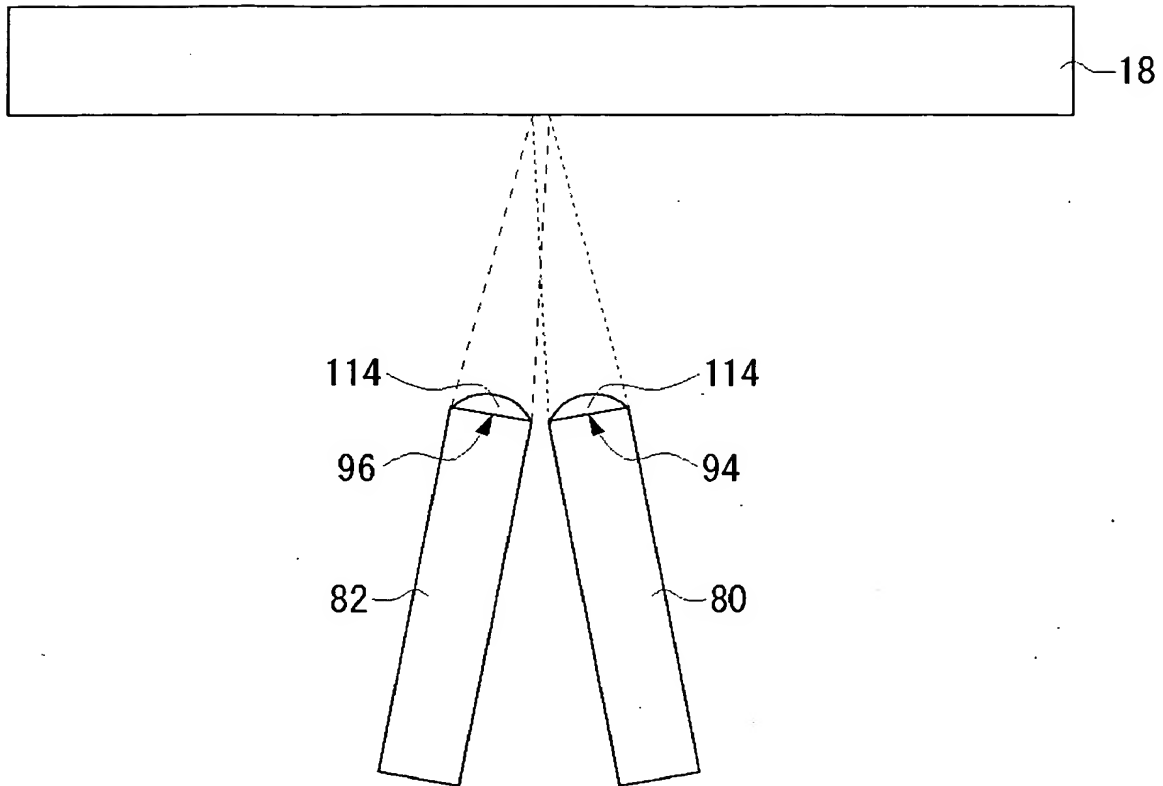
【図 8】



【図 9】

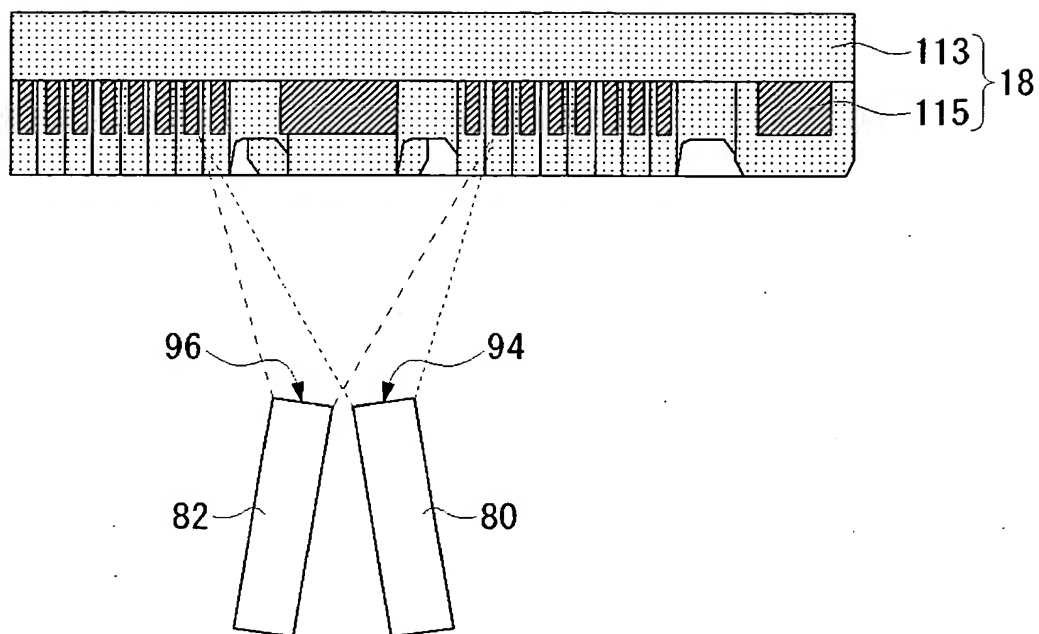


【図 10】

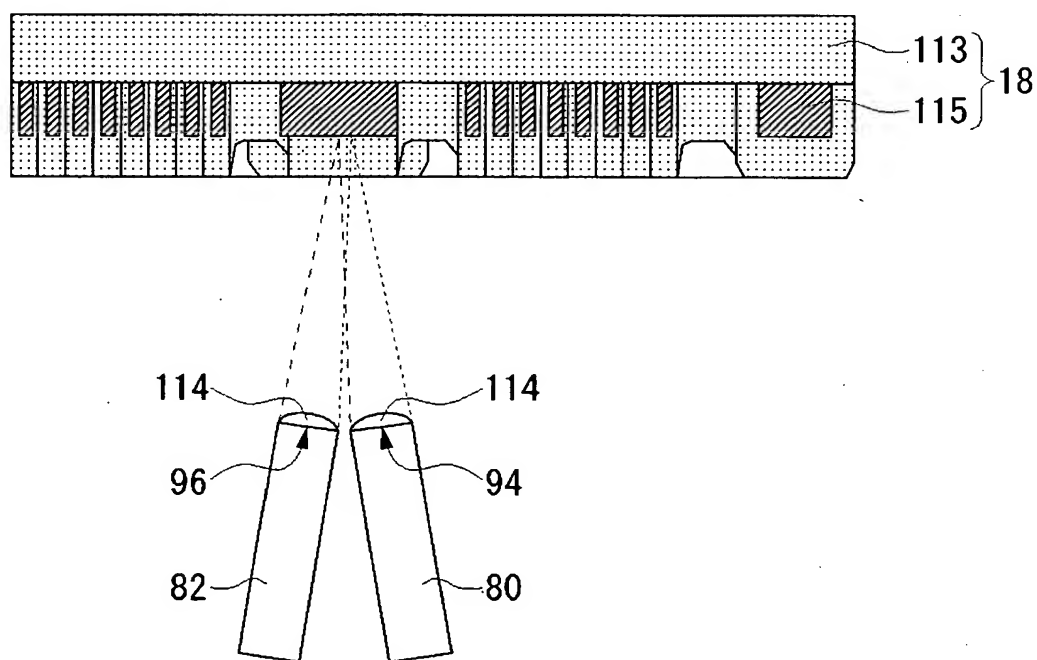


【図 11】

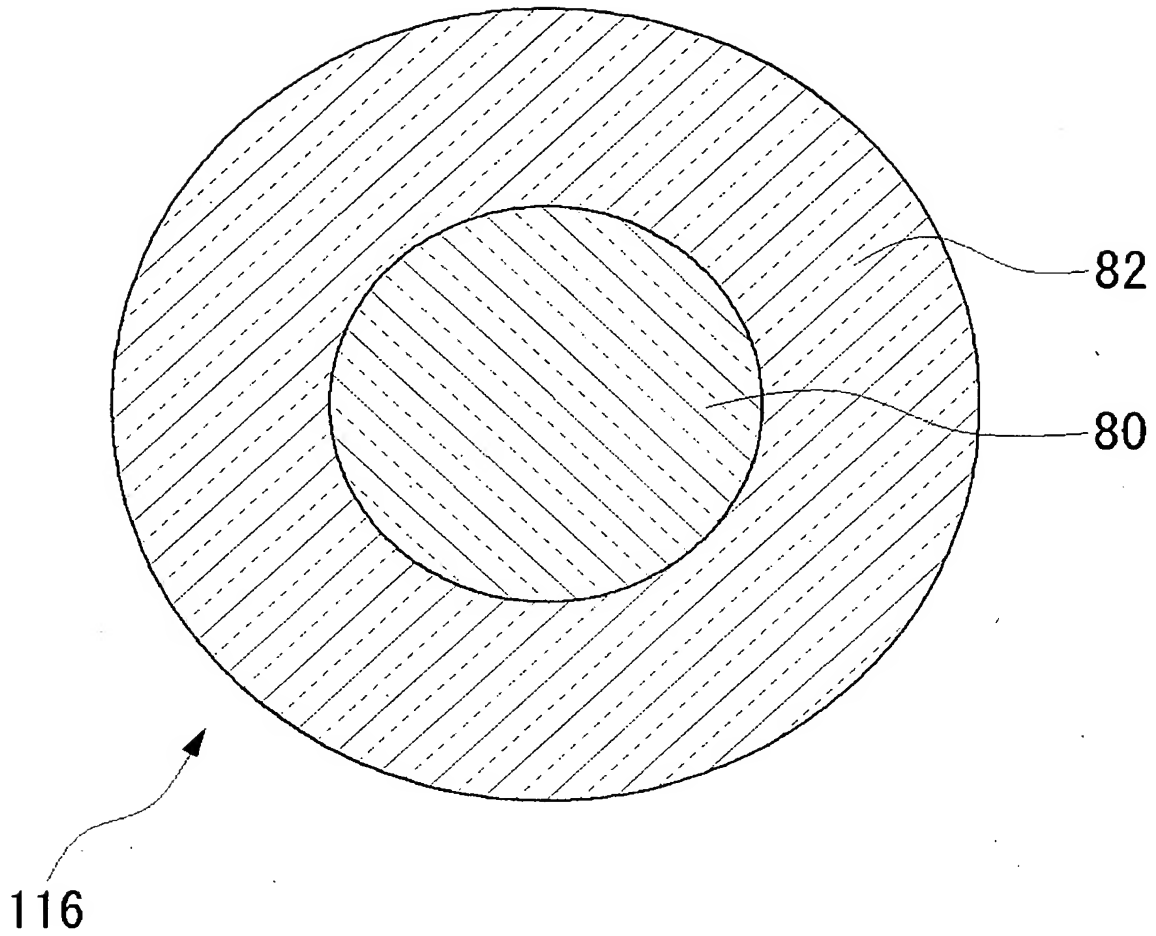
(a)



(b)

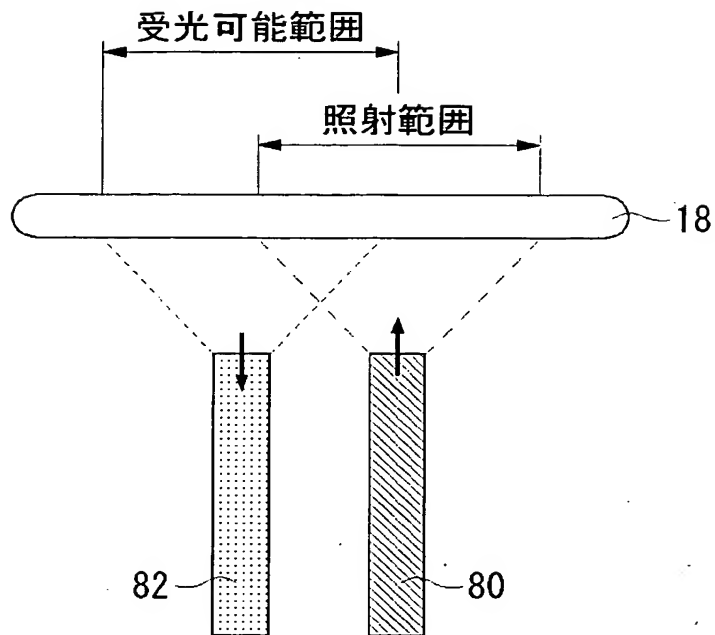


【図 12】

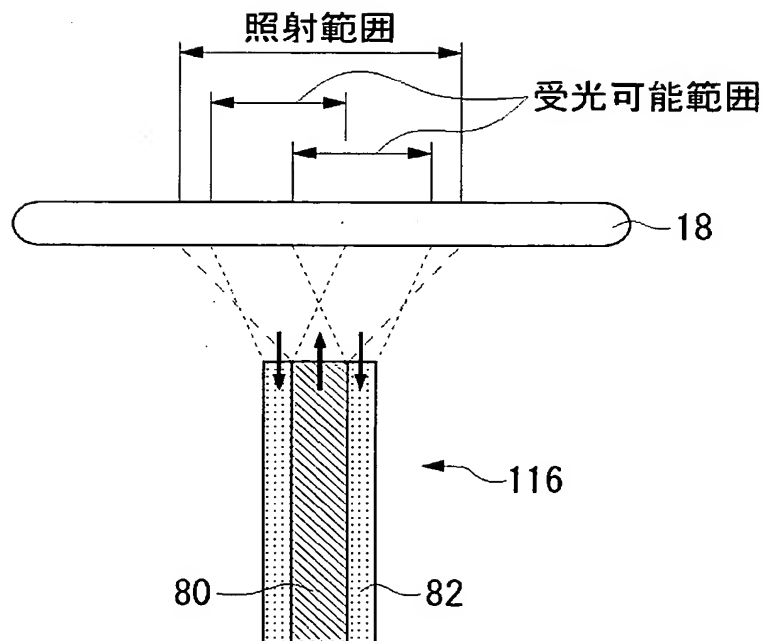


【図 13】

(a)

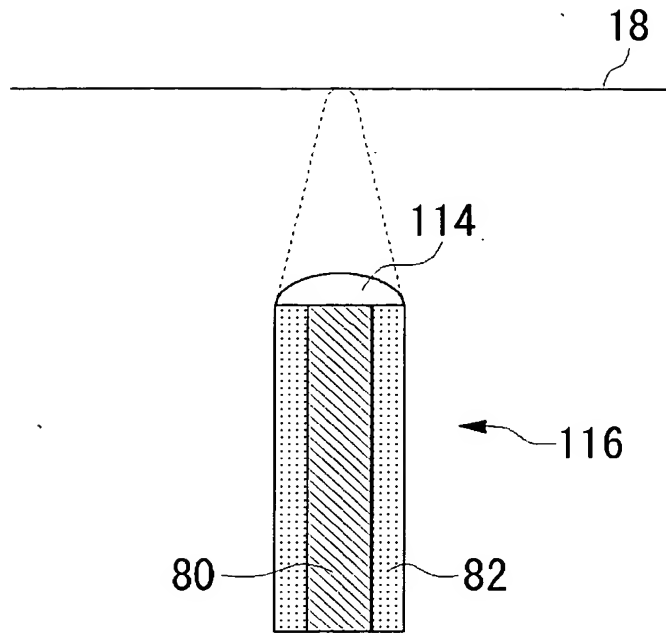


(b)

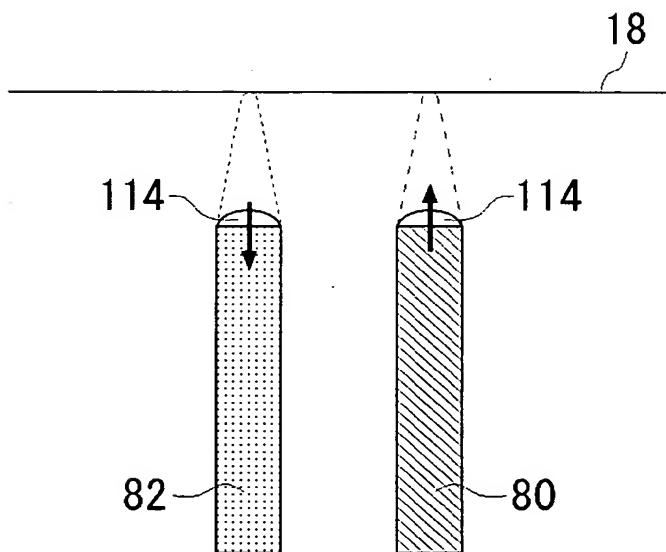


【図 14】

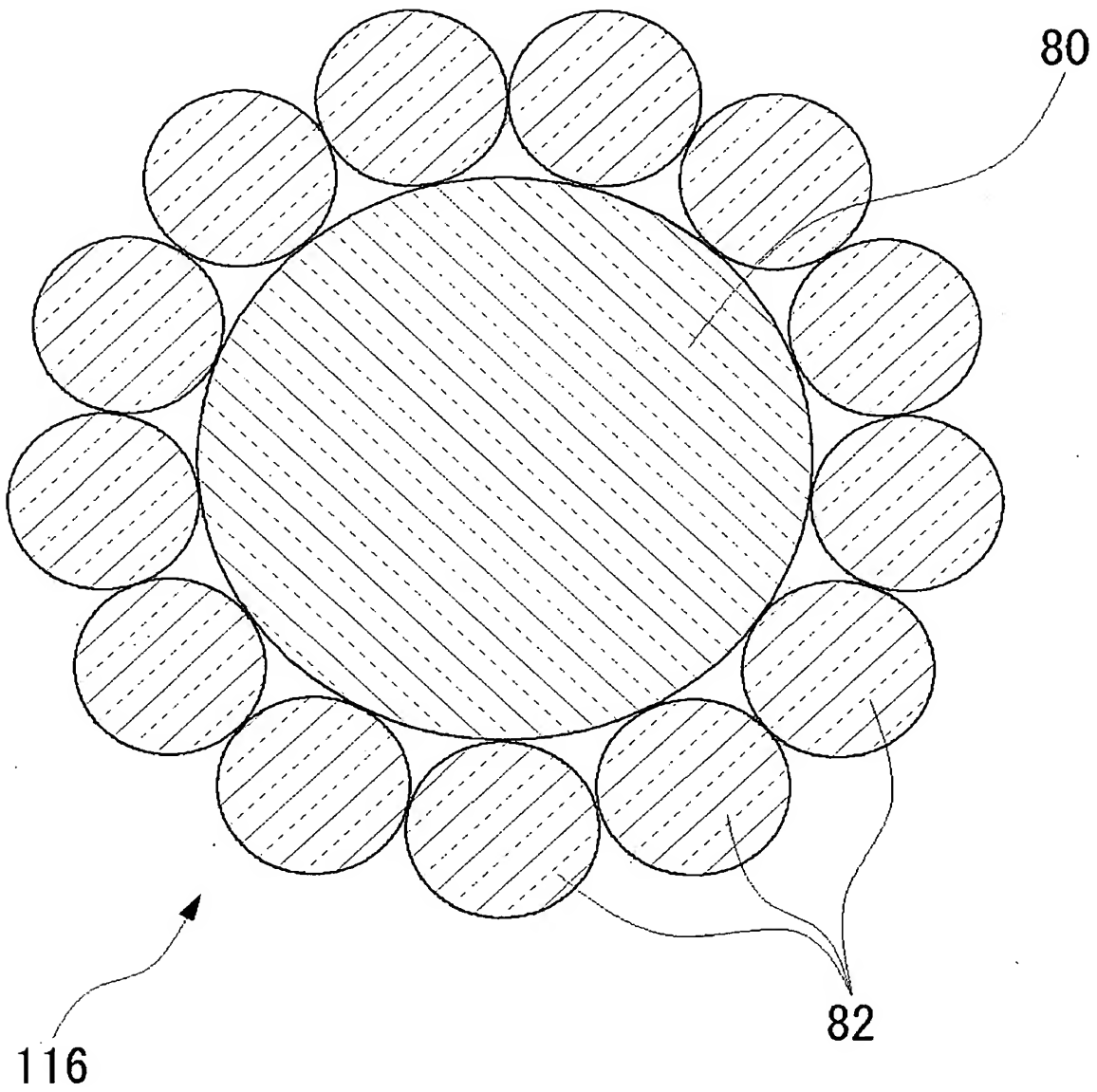
(a)



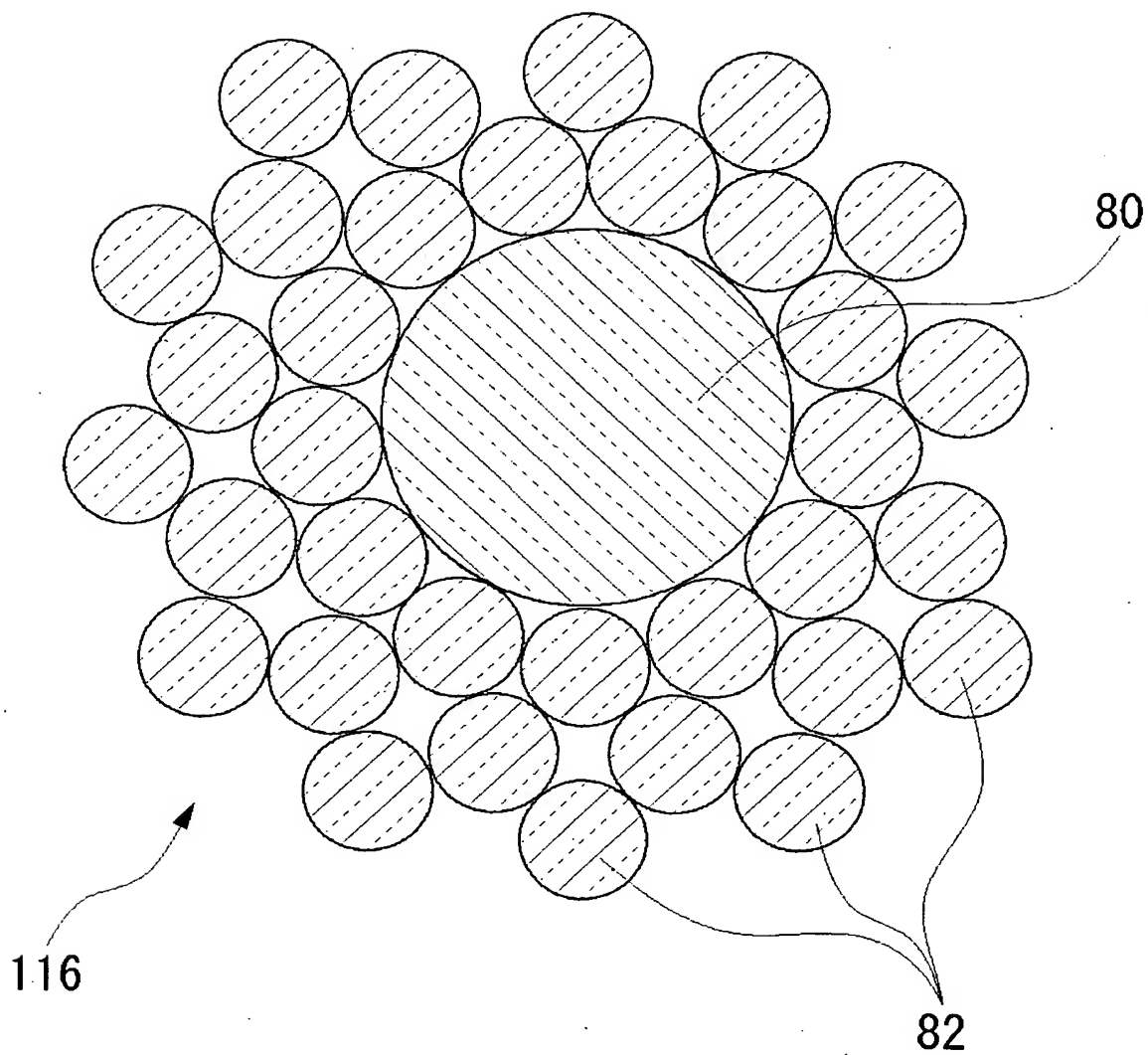
(b)



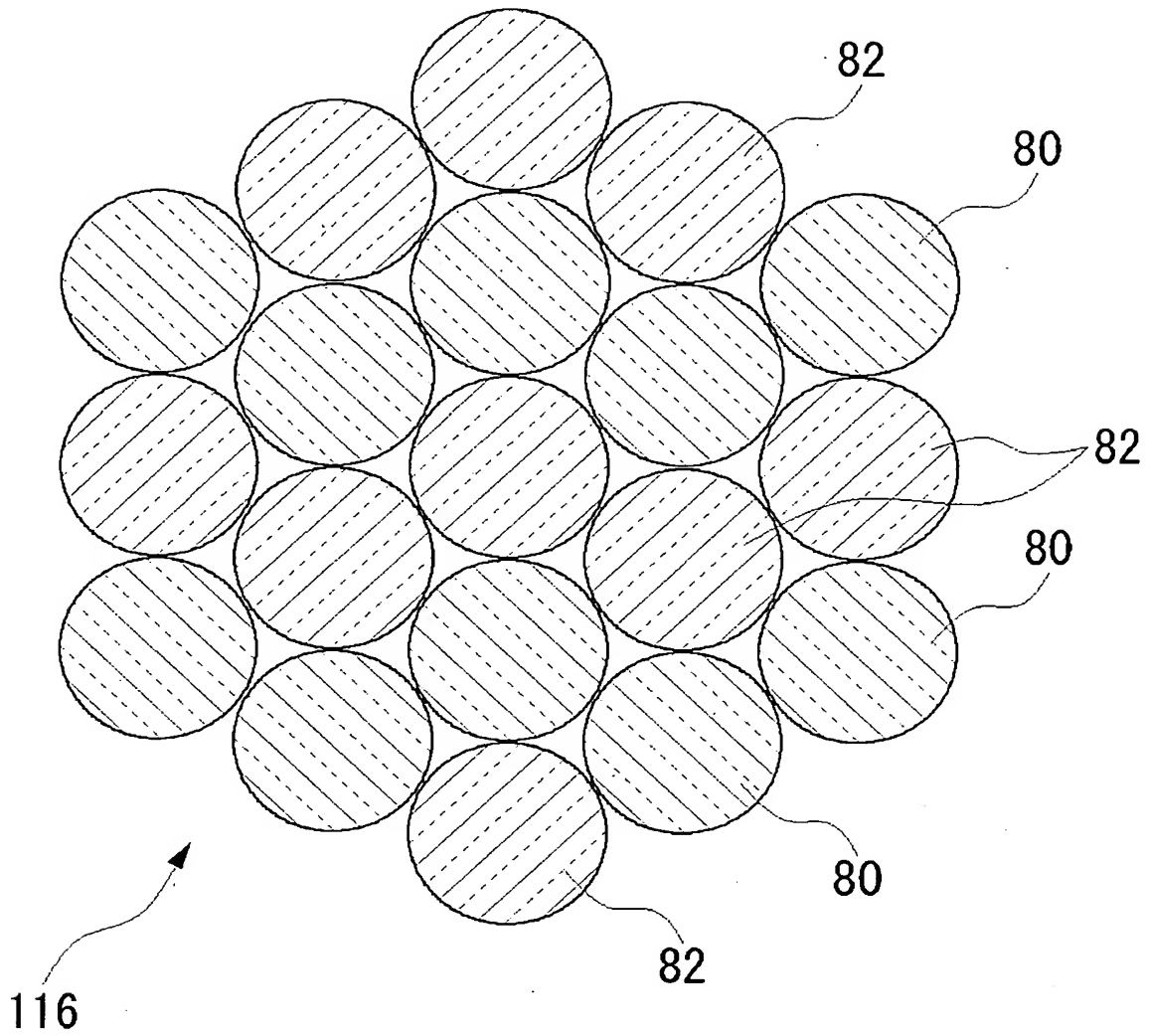
【図 15】



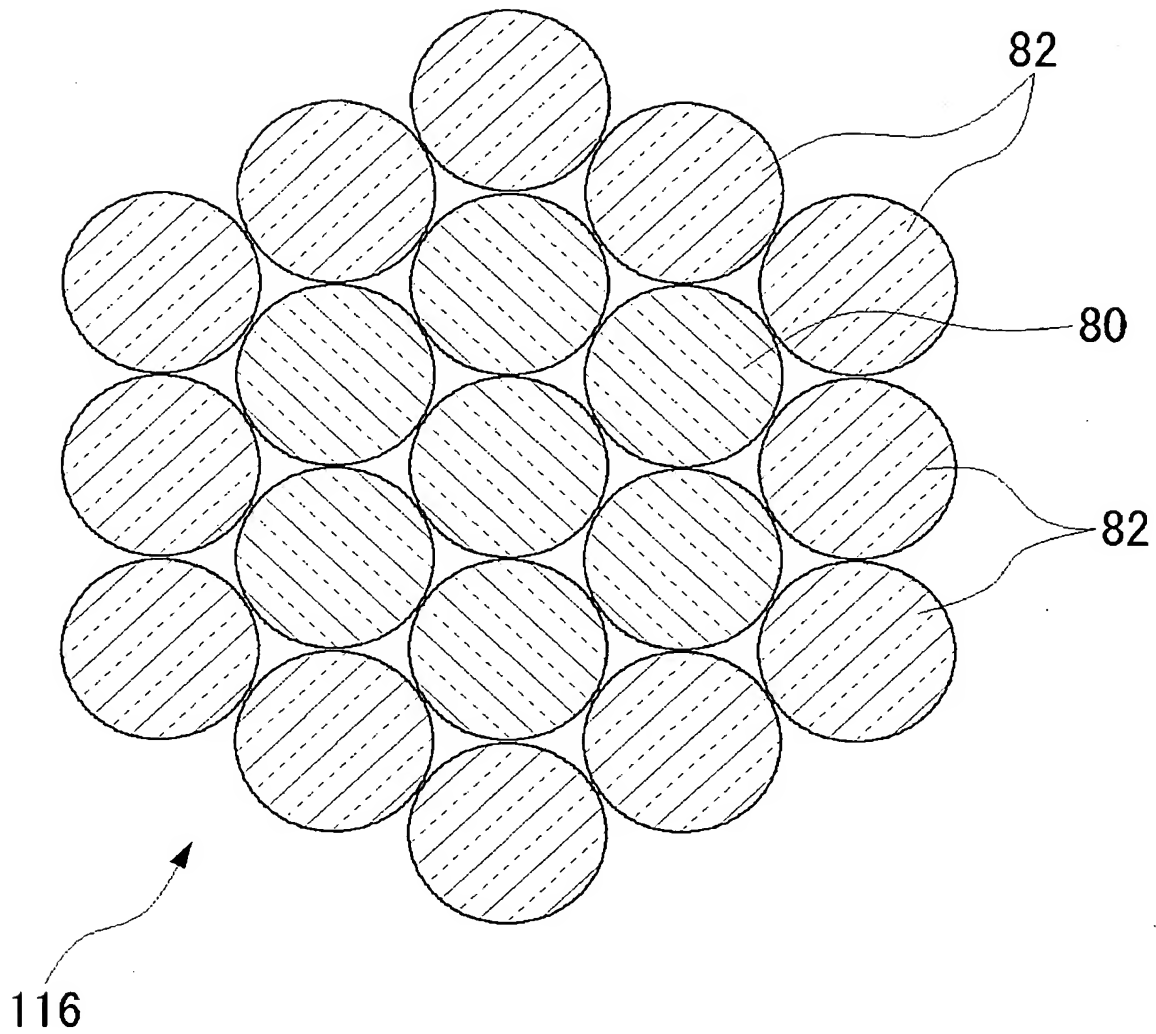
【図 16】



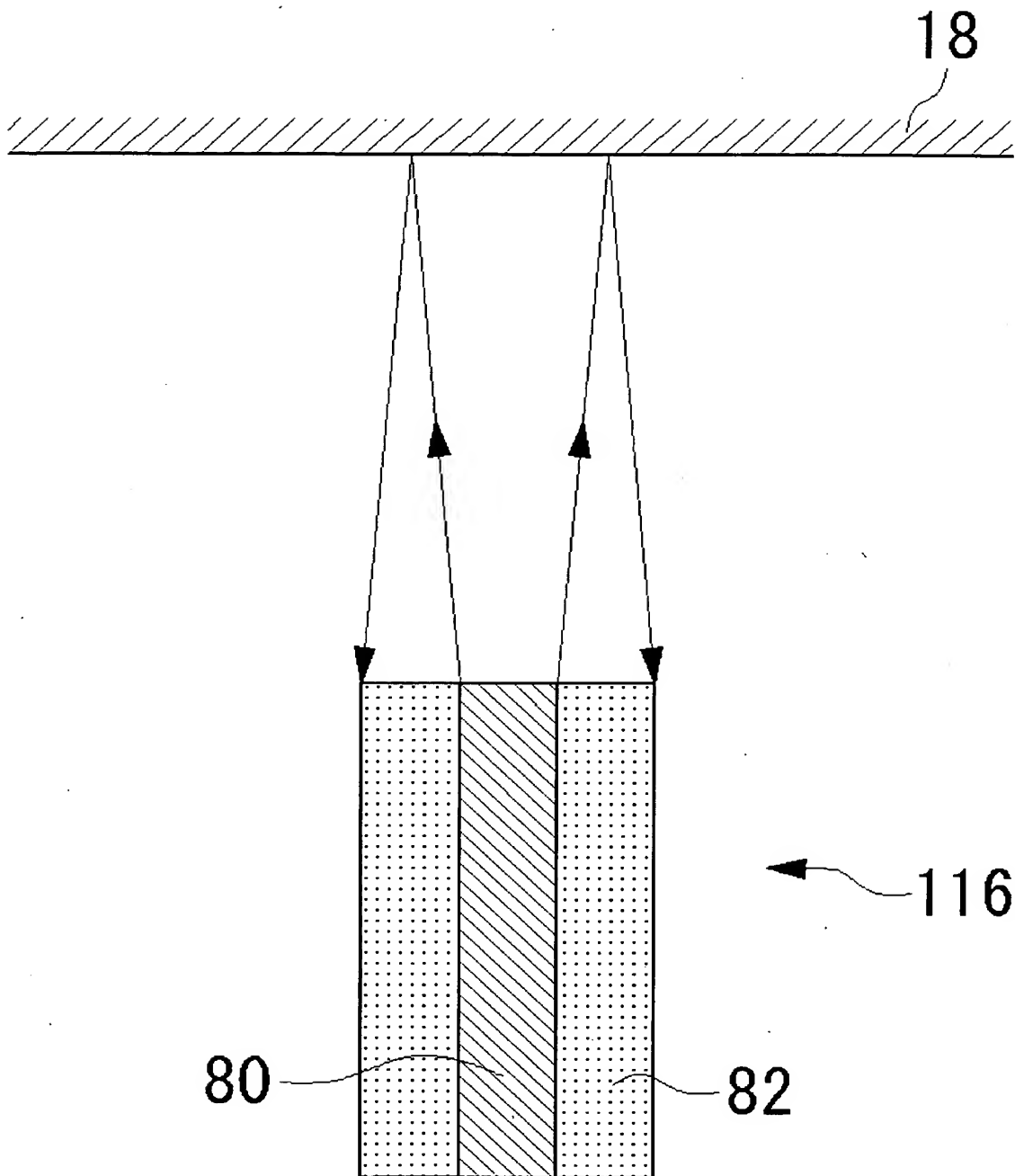
【図17】



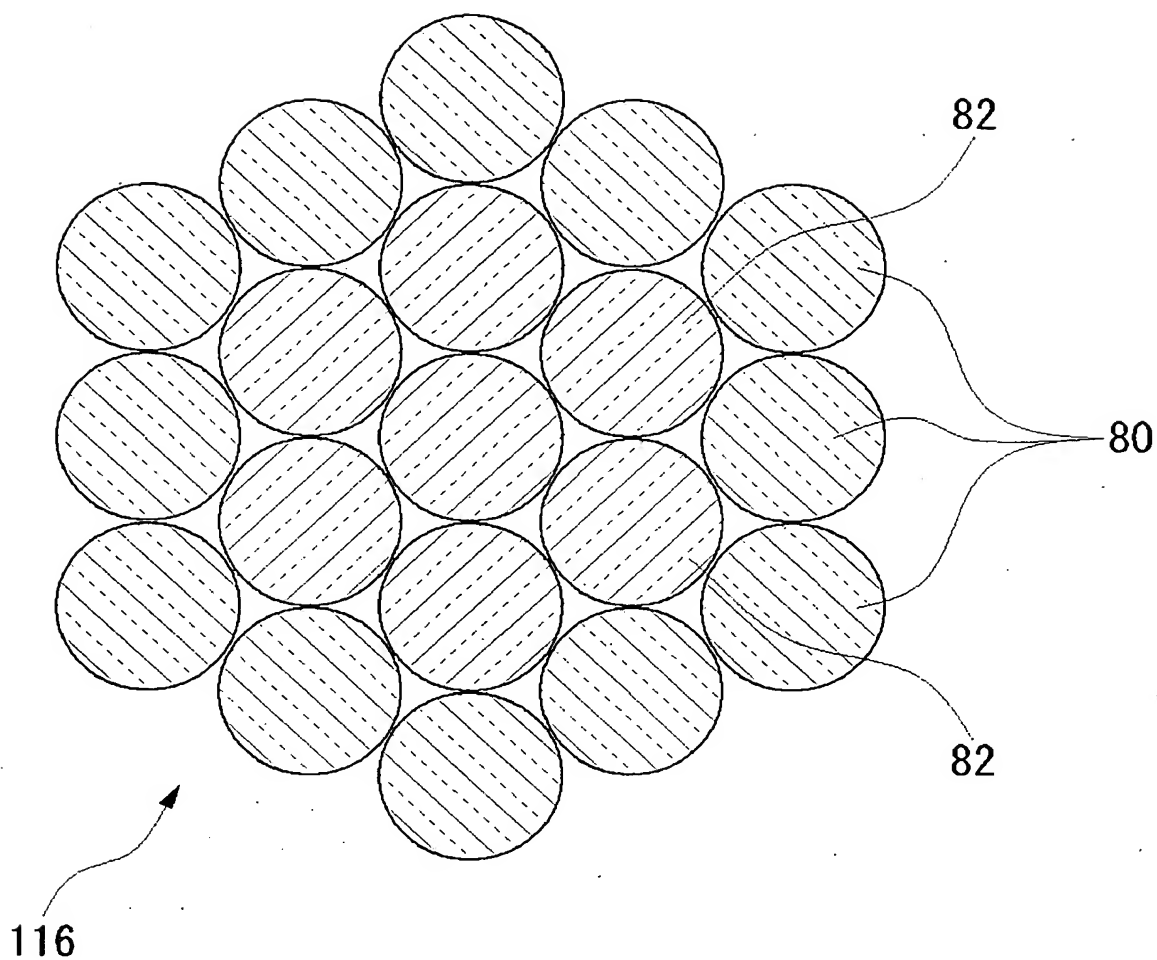
【図 18】



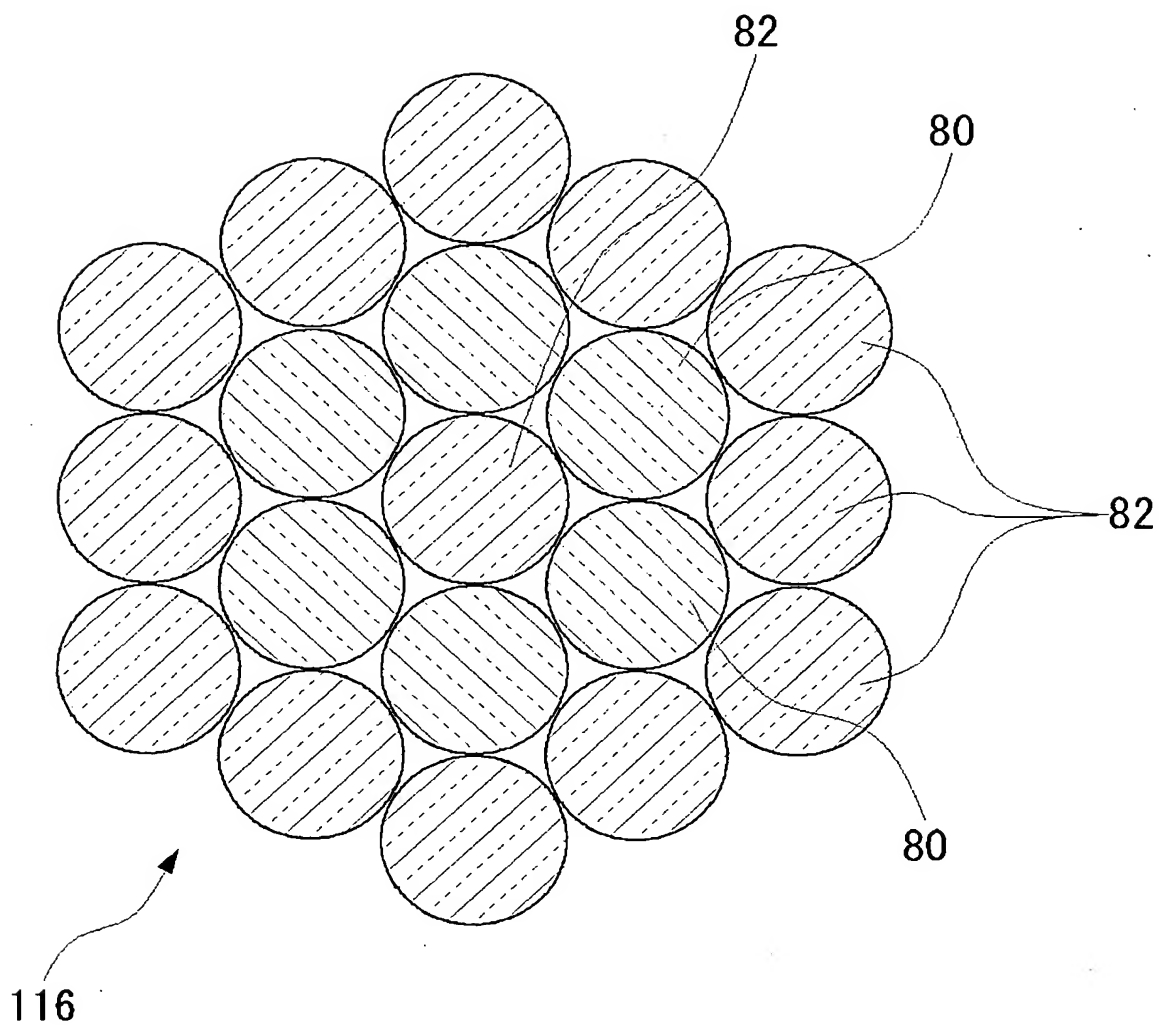
【図 19】



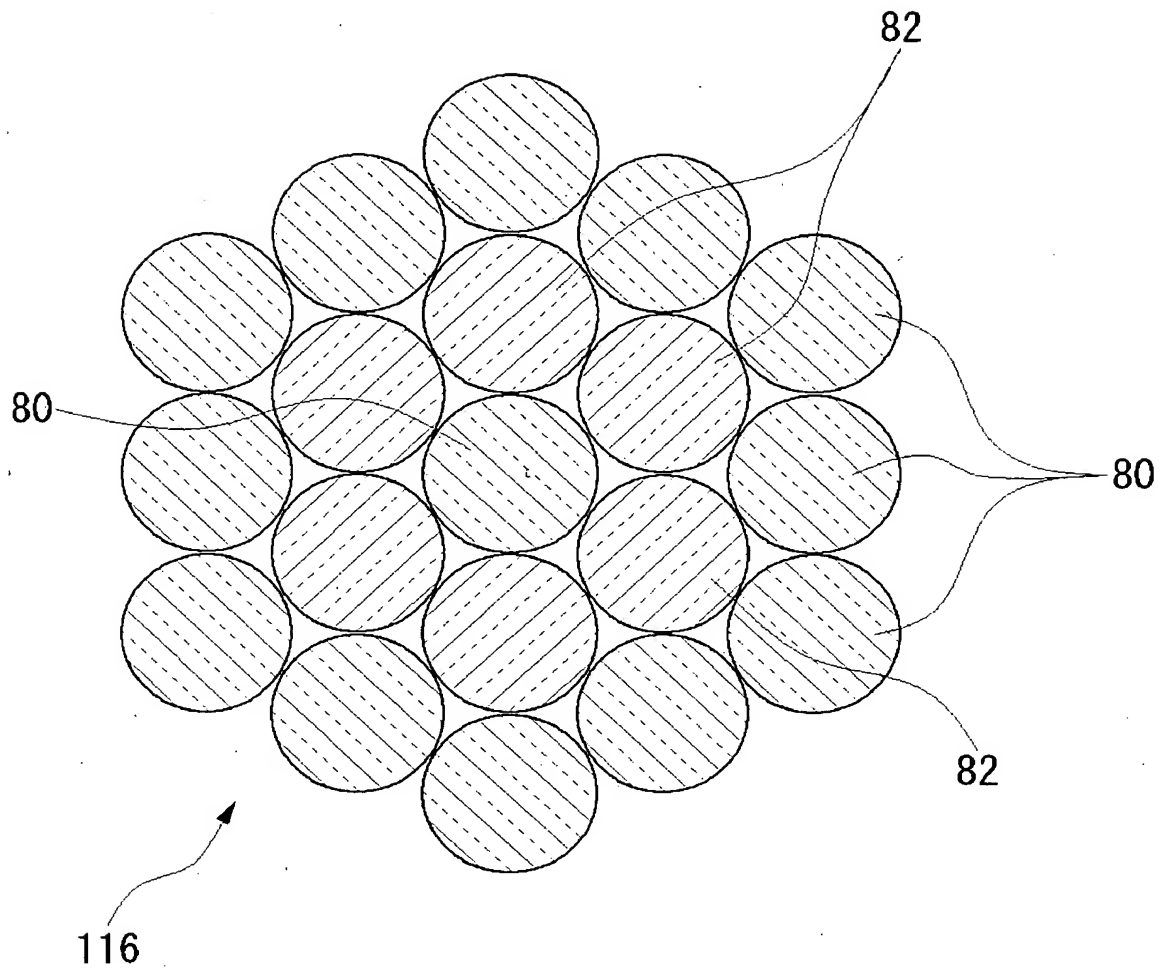
【図 20】



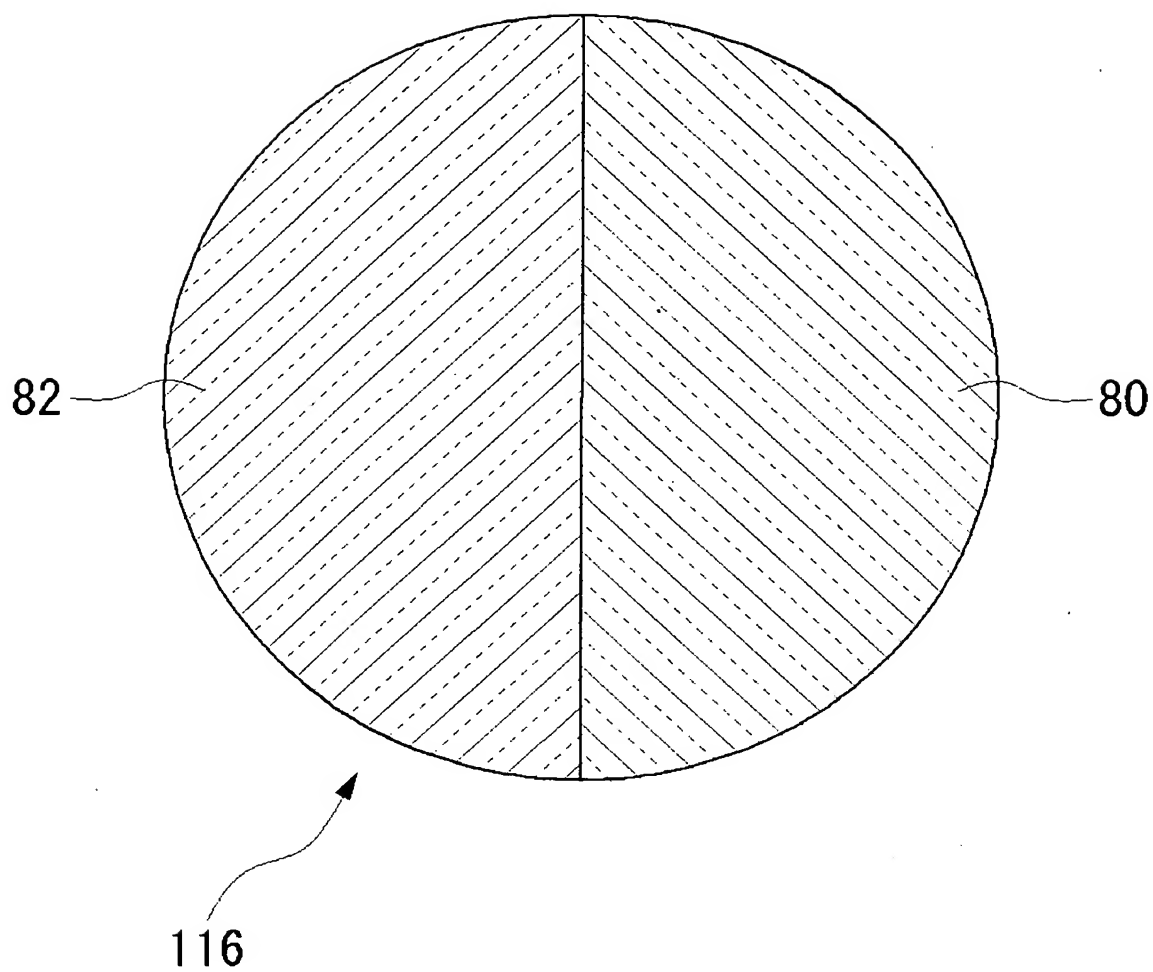
【図 21】



【図 22】



【図 23】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 測定光の受光効率を向上した基板研磨装置を提供する。

【解決手段】 基板研磨装置 10 は、半導体基板 18 を研磨するための研磨パッド 16 が取り付けられた回転テーブル 12 と、半導体基板 18 の膜を測定するための測定光を研磨パッド 16 に設けられた貫通孔 84 を通じて半導体基板 18 に投光する投光用光ファイバ 80 と、半導体基板 18 によって反射された測定光を受光する受光用光ファイバ 82 と、を備える。投光用光ファイバ 80 の出射端 94 と受光用光ファイバ 82 の入射端 96 とが互いに隣接して配置される。投光用光ファイバ 80 および受光用光ファイバ 82 から半導体基板 18 までの距離が、投光用光ファイバ 80 の拡がり角および受光用光ファイバ 82 の拡がり角に基づいて定められている。

【選択図】 図 7

特願 2 0 0 3 - 1 4 3 5 2 7

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 0 2 3 9]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 3 1 日
 [変更理由] 新規登録
 住 所 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号
 氏 名 株式会社荏原製作所

2. 変更年月日 2 0 0 3 年 4 月 2 3 日
 [変更理由] 名称変更
 住所変更
 住 所 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号
 氏 名 株式会社荏原製作所

特願 2003-143527

出願人履歴情報

識別番号

[000001993]

1. 変更年月日
[変更理由]

2003年 5月16日

名称変更

住所変更

住 所
氏 名

京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地
株式会社島津製作所